



**MAESTRIA EN GESTION DE LA CONSTRUCCIÓN**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**DESCONTAMINACIÓN DE LA BAHÍA INTERIOR DEL LAGO TITICACA  
MEDIANTE LA TÉCNICA DE SUCCIÓN DE LODOS, EN LA CIUDAD DE PUNO,  
DURANTE EL PERIODO OCTUBRE 2019 A MARZO 2020**

**PRESENTADO POR:**

**GINO NELS NAJAR VIZCARRA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**

**ASESOR: ALFREDO NESTOR SALINAS CASTRO**

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A Gilda, un amor inolvidable y una Madre incomparable

A Adhémar, Alexéi, David con inmenso amor filial

### **AGRADECIMIENTO**

A mi esposa, hijos por su constante apoyo.

Al Asesor de Tesis por sus consejos y sugerencias.

## **RESUMEN**

El estudio realizado tiene como finalidad establecer la efectividad del método de Succión de Lodos de la Bahía Interior de Puno. Durante las décadas pasadas se ha vertido directamente los desagües a la bahía del lago sin haber tenido un tratamiento, esto ha ocasionado la contaminación de esta fuente de agua con elementos tales como: fosforo, nitrógeno, oxígeno disuelto; lo que a su vez ha alterado la demanda química y bioquímica de oxígeno, la presencia de dichos elementos ha sido considerada en la actual investigación. El desarrollo del trabajo de investigación ha permitido conocer que estos elementos superan los valores establecidos en los límites máximos permitidos (LMP) y estándares de calidad ambiental (ECAS), a simple vista se puede notar la eutrofización de la Bahía y el mal olor, que ocasionan problemas de salud en los pobladores de las zonas contiguas al lago.

El actual estudio se realiza mediante un enfoque cuantitativo, tiene un alcance descriptivo, con diseño no experimental transversal.

Como alternativa de remediación al problema, han realizados por otros autores diferentes tipos de estudios tales como el sembrado totora entre otras, así mismo también se fue propuesto cubrir las zonas contaminadas con arena y limo y el micro nano burbujeo para devolver el oxígeno a sus aguas muertas y una solución orgánica que clarifique el agua, no obstante ninguna de estas alternativas han obtenidos resultado positivos, motivo por el cual en actual investigación se propone la succión de los lodos como solución al problema.

Con base en la evaluación de los elementos contaminantes y la caracterización del problema se analizó la alternativa de la succión de lodos teniendo en cuenta los siguientes factores: técnico, presupuesto, costo-beneficio, impacto en el turismo, devaluación de propiedades circundantes a la bahía, problemática de las enfermedades que sufren los pobladores aledaños y cronograma de ejecución. Se concluyen que la alternativa de solución por succión de lodos es viable y trae beneficios en los diferentes factores analizados.

### **Palabras Clave**

Aguas Residuales, Contaminación, Eutrofización, lago, Succión Lodos.

## **ABSTRACT**

The current research is focused on determining the effectiveness of sludge suction at the Bay of Titicaca Lake in the Puno city. The sewage of the city was poured into the bay without previous treatment during past decades. As a result, this natural source of water has been polluted with phosphorus, nitrogen, dissolved oxygen, which has caused the disturbance of oxygen levels required for the chemical and biochemical process. The research shows that the quantity of these chemical elements is higher than values establish as the maximum limit and those allowed by environmental quality standards. This fact is possible to realize by eutrophication of the bay and the stink, bringing about health problems in the population around the bay.

The research has a quantitative approach, descriptive scope and design non-transversal experimental.

In the past, different types of research were performed to find a solution, like the sowing of cattail or similar aquatic plants, cover the polluted zones with a backfill of silty or sand, oxygenate the polluted water by nano technological bubble, and the use of an organic solution to avoid cloudy water. Notwithstanding, never was there obtained positive outcomes. This is the reason why the current research is proposing sludge suction to solve the problem.

The alternative of sludge suction was analyzed based on the evaluation of pollution elements, diagnosis of the problem, and the following factors: technical, budget, cost-effective, impact on tourism, diseases that affect the surrounding inhabitants, and execution schedule. The research conclusion indicates that the alternative proposed is competitive and provides benefits in the different factors evaluated.

## **KEY WORDS**

Sewage, Pollution, Eutrophication, Lake, Sludge Suction.

## INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Resumen .....	iv
Abstract .....	v
Key Words.....	vi
Capítulo 1 : PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Situación Problemática .....	1
1.2 Preguntas de investigación .....	9
1.2.1 Pregunta General .....	9
1.2.2 Preguntas específicas .....	9
1.3 Objetivos de investigación.....	9
1.3.1 Objetivo general .....	9
1.3.2 Objetivos específicos .....	9
1.5 Justificación .....	9
CAPITULO II: MARCO TEORICO .....	12
2.1 Antecedentes de la investigación.....	12
2.1.1 Antecedentes internacionales .....	144
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	177
2.2. Bases teóricas .....	21
CAPITULO III : METODOLOGIA .....	311
3.1 Enfoque, alcance y diseño .....	311

3.2 Matrices de alineamiento.....	32
3.2.1 Matriz de consistencia .....	324
3.3 Población y muestra.....	355
3.4 Tecnicas e instrumentos.....	37
3.5 Análisis de datos.....	45
CAPITULO IV. RESULTADOS Y ANALISIS .....	46
CAPITULO V. PROPUESTA DE SOLUCION.....	53
5.10 Propósito .....	535
5.20 Actividades .....	556
5.30 Cronograma de ejecución .....	578
5.40 Análisis costo beneficio.....	593
CONCLUSIONES .....	734
RECOMENDACIONES .....	746
BIBLIOGRAFIA.....	767
Anexos.....	834

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Descarga de contaminación .....	4
Tabla N° 2 Descargas de usuarios conectados al servicio .....	6
Tabla N° 3 Fuentes de Agua Potable .....	11
Tabla N° 4 Promedio del Monitoreo del Agua Residual, Laguna Espinar (Efluente) .....	12
Tabla N° 5 Estimación de cargas contaminantes durante el día. ....	12
Tabla N° 6 Parámetros estudiados comparados con información de otros autores .....	20
Tabla N° 7 Composición de las Aguas Residuales .....	21
Tabla N° 8 Conexiones Domiciliarias .....	21
Tabla N° 9 Cargas contaminantes de Aguas Residuales de otros Departamentos .....	22
Tabla N° 10 Cargas contaminantes de Aguas Residuales de otros países .....	23
Tabla N° 11 LMP, de efluentes para su vertimiento a un cuerpo de Agua .....	30
Tabla N° 12 Matriz de consistencia .....	32
Tabla N° 13 Matriz de operacionalización de variables .....	32
Tabla N° 14 Población, cobertura servicios y conexiones .....	35
Tabla N° 15 Zonas de acumulación de lodos de aguas residuales .....	400
Tabla N° 16 Determinación y Métodos Normalizados Estandarizado Internacionales .....	45
Tabla N° 17 Lugares donde se obtuvieron las muestras en la bahía interior .....	46
Tabla N° 18 Fosforo obtenido de muestras realizadas .....	47
Tabla N° 19 Nitrógeno obtenido de muestras realizadas .....	48
Tabla N° 20 Oxígeno Disuelto obtenido de muestras realizadas .....	49
Tabla N° 21 Demanda Química de Oxígeno obtenido de muestras realizadas .....	50



Tabla N° 22 Demanda Bioquímica de Oxígeno obtenido de muestras realizadas. ....	522
Tabla N° 23 Constitucion del proyecto.....	55
Tabla N° 24 Estructura de desgloce de trabajo .....	57
Tabla N° 25 Matriz de trazabilidad .....	58
Tabla N° 26 Cronograma de ejecucion de obra.....	59
Tabla N° 27 Matriz de riesgos en la succion de lodos .....	721
Tabla N° 28 Escala numérica de probabilidad.....	61
Tabla N° 29 Probabilidad de ocurrencia, impacto tiempo, costo, alcance.....	62
Tabla N° 30 Riesgo en función del costo, tiempo y alcance.....	62
Tabla N° 31 Respuestas de emergencias a los riesgos.....	63
Tabla N° 32 Insumos de obra, mano de obra, materiales, equipos.....	64
Tabla N° 33 EDT obra, inicio, finalización, costo.....	65
Tabla N° 34 Presupuesto de obra.....	67
Tabla N° 35 Enfermedades en el entorno de la bahía.....	71
Tabla N° 36 Beneficios con la bahía descontaminada.....	73
Tabla N° 37 Comparación entre dos proyectos.....	75

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de las zonas de estudio en la bahia .....	5
Figura 2 Diques, canales y microcuencas, ciudad de Puno.....	8
Figura 3 Lago Eutrofizado comparado con Lago Natural.....	27
Figura 4 El Ciclo del Nitrógeno .....	28
Figura 5 El Ciclo del Fosforo .....	29
Figura 6 Eutrofización de la Bahía Interior del Lago Titicaca.....	300
Figura 7 Ciudad de Puno incluye la bahía.....	36
Figura 8 Lugares donde se han obtenido las muestras .....	38
Figura 9 Vista isométrica de la draga.....	422
Figura 10 Draga flotante.....	433
Figura 11 Sistema de deshidratación de Lodos .....	444
Figura 12 Descarga de lodos de centrifuga directo al volquete. ....	44
Figura 13 Valores obtenidos de Fosforo. ....	48
Figura 14 Valores obtenidos de Nitrógeno.....	49
Figura 15 Valores obtenidos de Oxígeno Disuelto .....	50
Figura 16 Análisis de la Demanda Química de Oxigeno .....	511
Figura 17 Valores obtenidos de Demanda Bioquímica del Oxigeno .....	522
Figura 18 Barrio Reflejos de San Valentín.....	72.

## **CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

La contaminación de aguas en ríos y lagos en el mundo está relacionada con las acciones del ser humano y con las actividades que desarrolla. Las descargas de aguas residuales en estas fuentes de agua se dan por la presencia de agentes que alteran el equilibrio normal de su fuente, lo que hace que no pueda ser apta para el consumo humano, así como también dificulta la vida en dichas fuentes de agua.

La contaminación de los cuerpos receptores, los colectores públicos recogen aguas servidas (domesticas e industriales) y son entregados por los interceptores hasta el emisor, el lanzamiento de aguas residuales crudas en cursos de agua constituye un problema complejo, que puede acarrear diversos inconvenientes, dependiendo de las condiciones locales, tanto en el desecho (caudal y naturaleza) como del curso receptor (caudal, condiciones físico-químicas y bacteriológicas). (Noriega, 1999)

En el mundo podemos mencionar los ríos que están contaminados como; El rio de la Plata en Argentina, rio Danubio que discurre por 10 países de Europa, el rio Nilo en África, el rio Ganges en la India. (Iagua, 2017).

También podemos indicar los lagos que están contaminados como; el Lago San Roque, el Lago Bariloche en Argentina, El Lago de Cana Brava, Lago da Serra Da Meza en Brasil, Lago Chungara en Chile; El Lago San Pablo en Ecuador; el Lago Atitlán, ubicado en Guatemala, el Lago Chapala en México, Lago Junín en Perú, El Lago Titicaca en Perú y Bolivia. (Cardoso, 2008)

La ciudad está situada en las riberas de la bahía del lago, la población se desarrolló alrededor de la bahía interior. Desde que se instalaron las redes de agua y desagüe, así como y

construcción de la laguna de estabilización, las aguas del alcantarillado han contaminando a través de los conductos naturales de evacuación. Con el crecimiento de la población las redes se incrementaron, sobrepasando la capacidad para la que fueron diseñadas; ocasionando que aguas residuales ingresaban directamente al lago generando problemas ambientales.

La red original de aguas residuales fue construida en el año de 1968 y expandida en el año de 1970 por el organismo de desarrollo de ese entonces (CORPUNO) y más ampliada en el año de 1979. Una de las ultimas expansiones es parte del Plan Nacional Urbano de saneamiento que fue comisionado por la Dirección General de Obras Sanitarias.

La laguna de Espinar fue construida en el año de 1972, esta obra se encuentra ubicada al pie de la Isla Espinar sobre un área de 21.30 ha., en su concepción inicial esta laguna ocupaba toda el área para el tratamiento del agua residual, después fue dividida en dos partes por un relleno que sirve como camino; la primera, que cuenta con un área de 13.40 ha., donde se realiza el primer tratamiento del agua residual, y la segunda con un área de 7.90 ha., en la cual se lleva a cabo el segundo tratamiento, ambas tienen una profundidad de 2.30 m. Actualmente la laguna está totalmente colmatada, el lodo ocupa una altura de 2.00 m., queda una altura de 0.30 m. para completar su altura de almacenamiento. Los desagües ingresan a la laguna Espinar y salen igual, esto hace que se siga contaminado la Bahía. (Ordoñez, 2013)

El procedimiento preliminar y subsiguiente en las lagunas de estabilización de Espinar, es un método que se utiliza en el tratamiento de aguas de alcantarillado producidas en la ciudad de Puno, proyectado para una capacidad de 100 l/s, ha sobrepasado a 220 l/s, atiende a un a un 75 % de los habitantes, la población considerada actualmente es próxima a 140,000 habitantes, de acuerdo a cifras estimadas por EMSAPUNO S.A., en esa fecha atendía a un 40- 45% de los

habitantes. Los años 1995-1996 EMSAPUNO S.A. Con la asignación presupuestal del Programa Nacional de Agua Potable y Alcantarillado (PRONAP), se restableció el sistema mejorando su volumen de procesamiento luego cerca del 70% del total del alcantarillado de la población.

En 1985 se produce la inundación de la laguna, y posteriormente su rehabilitación en 1995, en estos 10 años continuaron las evacuaciones de las aguas de desagüe en la bahía. Las aguas residuales tenían un exceso de lodos, arenamiento; y la falta de tratamiento y descomposición produjo la emanación de olores fuertes durante el día, en los barrios de la zona media hacia abajo y los que se encuentran en la rivera de la Bahía, con mayor incidencia en la zona sur.

Los lodos acumulados en varios sectores de la bahía, producto del ingreso de los desagües sin tratamiento, se han ido acumulando a su alrededor con una altura promedio de 0.30 m., formando áreas contaminadas que con el tiempo han ocasionado la eutrofización en la Bahía. (EMSAPUNO, 2008).

La eutrofización ha producido efectos nocivos sobre la flora acuática y como resultado ha alterado la fauna lacustre. Los trabajos elaborados por el Proyecto Especial Lago Titicaca – PELT, indica que más del 98% en el lecho de la bahía es casi anóxico con niveles de oxígeno disuelto bajos (3.40 mg/L), produciendo la extinción de microorganismos bentónicos (macro algas, micro algas, plantas acuáticas, moluscos, gusanos). Debido a la inexistencia de tratamiento hace 40 años las aguas provenientes del alcantarillado de los habitantes de la ciudad han ingresado a la bahía interior de Puno sin previo tratamiento. (Salas, 2014).

Los primeros trabajos acerca de la polución del lago Titicaca se inició en 1981 con la apertura de un programa de formación e investigación entre la Universidad de Colombia Británica, Canadá (UBC) y la Universidad de Puno (UNA), los trabajos referentes a esta etapa han sido reunidos en un libro referido a este proyecto (Northcote, Morales, Levy, & Greaven , 1991). El autor estudia la parte más contaminada esta zona considerada como la de mayor riesgo en todo el lago, considerando el interior de la bahía de Puno, se realiza un muestro en la parte exterior de la bahía, así como otras zonas del lago para realizar comparaciones.

Tabla N° 1

Descarga de contaminación

PARAMETROS	UND	CANTIDAD	ECA TIPOIV Lagos, Lagunas
DBO5	mg/L	6.5	<5
Nitrógeno Total	mg/L	18.86	<0.02
Temperatura	°C	20	
Oxígeno Disuelto			
OD	mg/L	5.8	≥ 5
PH	mg/L	8.75	6.5-8.5
Fosforo	mg/L	4.63	0.4

Fuente: Pollution In Lake Titicaca, Peru: Training, Research And Malangement. Northcote 1991.

La tabla 01 muestra, la demanda bioquímica de oxígeno que es mayor en 1.5 mg/L al parámetro ECA permitido, el nitrógeno total es mucho mayor al parámetro establecido, y el fosforo tiene un porcentaje alto; son parámetros elevados que indican contaminación, la temperatura es de 20 grados, Las leyes del Canadá consideran para agua potable la concentración máxima aceptable de temperatura es 15°C, en los resultados obtenidos de acuerdo

a las muestras la temperatura es variable. En temperaturas altas disminuye la concentración de OD, y otras legislaciones consideran la temperatura del agua de la zona con una variación de  $3^{\circ}\text{C}$  por lo tanto consideramos elevada, el PH, está dentro de los parámetros establecidos; podemos decir de acuerdo a la tabla que hay varios parámetros que están elevados, lo que muestra una alteración de las aguas en la bahía interior.

La imagen muestra la bahía de la ciudad e Puno donde se sitúan los barrios en la ciudad, también se aprecia la laguna de Espinar, donde descargan las aguas servidas.



*Figura 1* Ubicación de las zonas de estudio en la ciudad de Puno

El servicio de agua potable y alcantarillado, así como su tratamiento está bajo la dirección de (EPS) EMSAPUNO SA. La descarga que se realiza es de 40,351.828 metros cúbicos por día

de aguas procedentes del desagüe de la ciudad, resultado del vertimiento del desague de los usuarios conectados al servicio.

Tabla N° 2

Descargas de usuarios conectados al servicio

PARAMETROS	UND.	CANTIDAD
DBO	tm/año	129,551.16
DQO	tm/año	101,095.86
Nt	tm/año	7,387.80
Ft	tm/año	2,997.00
STD	tm/año	307,175.90
SST	tm/año	109,579.40

Fuente: EMSAPUNO (2008)

Los colectores que ingresaron a la bahía, con más volumen de aguas residuales son los que están en la prolongación de los siguientes jirones; Jr. Virgen de la Candelaria, prolongación, Jr. Carabaya, prolongación, así como el Jr. Bancharo Rossi, prolongación. Estas redes de alcantarillado son redes antiguas y tienen un diámetro menor al volumen que transporta, en Bancharo Rossi en la hora punta se produce un rebose que va hacia la bahía. También podemos mencionar los canales de evacuación de aguas pluviales como el del Jr. Cancharían y el Jr. Basadre que llevan aguas residuales y pluviales, el emisor principal en la actualidad recoge la mayor cantidad de aguas residuales.

Esta investigación considera que el problema que aqueja a los pobladores de la población de Puno, es la polución en la bahía, generada por los lodos que se encuentran en el lecho del



lago, acumulados por mucho tiempo, ocasionando malos olores, lo que impide también el desarrollo del turismo y otras actividades.

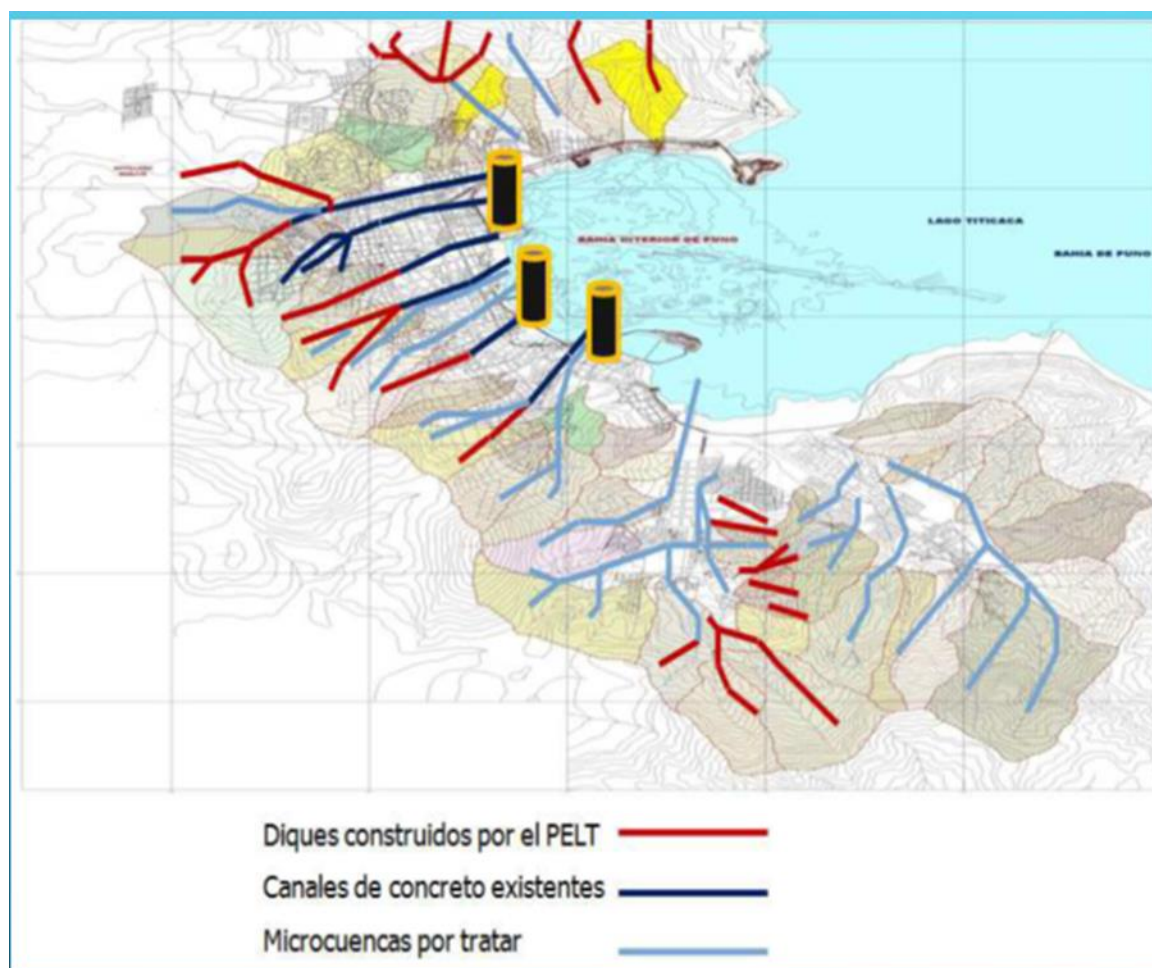
Existe otras dos fuentes de contaminación adicionales a las que se explicó, que también producen el deterioro ambiental que se da en la Bahía y contribuyen al deterioro del lago, entre las que podemos mencionar;

1) Al no funcionar de manera adecuada la laguna de estabilización de Espinar, las aguas residuales ingresan y continúan su curso. En la primera laguna, el agua residual debe estar retenida por 18 días, para luego pasar a la segunda laguna donde debe permanecer 12 días, que hace un total 30 días en este lapso de tiempo se debería completar el tratamiento. En la actualidad la altura es de 2.30 m., pero los lodos están a una altura de 2.00m., lo que impide que exista tratamiento en estas lagunas, estas tienen una capacidad de 426,000 m<sup>3</sup>.

2) Al producirse la escorrentía, las aguas pluviales recogen contaminantes que fluyen a través de los sistemas de drenaje, canales, cunetas que ingresan directamente al lago, esta contaminación incluye una serie de elementos como los residuos sólidos que es arrojada a los canales, los residuos que se encuentra en la superficie de las calles, de animales, grasas, colillas de cigarrillos, restos de alimentos.

También los conductos que llevan las aguas de lluvia tiene materiales de las laderas de cerros que se van degradando y que con el tiempo producen su colmatación y obstrucción. Los cilindros que se muestran con color amarillo y negro, son depósitos que tienen dos partes, un primer deposito donde se acumula las grasas y basura que arrastran las aguas pluviales, y una segunda parte donde se acumulan las arenas y material fino. Este estudio se está realizando y

una vez culminado y que se tengan el financiamiento se ejecutará estas obras para evitar esta contaminación en el la Bahía Interior del lago (JICA-INADE, 2000).



*Figura 2* PELT; Diques, canales y microcuencas en la ciudad.

La población cuenta con un total de 51 microcuencas que ingresan a la bahía, 28 microcuencas están canalizadas, desde la cabecera donde se han construido diques, que funcionan a manera de desarenadores, control del agua y de materiales que son transportados

aguas abajo produciendo la colmatación de los canales, también la contaminación y arenamiento aguas abajo.

## 1.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

### 1.2.1 Pregunta General

¿Cuál es el efecto de la succión de lodos en la bahía interior de Puno del lago Titicaca sobre la descontaminación del agua de la bahía?

### 1.2.2 Preguntas específicas

- ¿Cuál es el efecto de la succión de lodos en la bahía interior de Puno del lago Titicaca sobre la calidad de agua en cuanto a la cantidad de nitrógeno y fosforo del agua de la bahía?
- ¿Cuál es el efecto de la succión de lodos en la bahía interior de Puno del lago Titicaca sobre la calidad de agua en cuanto al DBO5, del agua de la bahía

## 1.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

### 1.3.1 Objetivo general

Evaluar la efectividad de la succión de lodos de la bahía interior de Puno

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la succión de lodos sobre los indicadores del agua como son: Nitrógeno Total y Fosforo Total, etc.
- Evaluar el efecto de la succión de lodos sobre los indicadores del agua como son: DBO5.

## 1.5 JUSTIFICACIÓN

Constantemente ocurren marchas de protesta y reclamos antes las entidades del estado debido a los malos olores que afectan en mayor incidencia a los barrios de la zona media, baja de la ciudad de Puno y en la ribera del lago. Para evitar un mayor daño en la salud a los habitantes. El gobierno ha convocado a una licitación bajo la modalidad de Asociación Publica

Privada para ejecutar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, ampliación de redes y otros.

(RPP, 2014)

El Turismo es una fuente que provee ingresos a los pobladores de la ciudad, así como a pobladores de las riveras del lago como; Lechón, península de Capachica, Isla Amantani, Isla Taquile; los turistas bajan hasta el puerto para viajar a esos destinos, estos también se sienten afectados por la contaminación, ya que el mal olor es desde la mañana hasta después del mediodía. Esto ha generado un malestar a los pobladores de los barrios que se encuentran en la rivera del lago, por el efecto anteriormente mencionado, produciendo enfermedades respiratorias y dolores de cabeza, pasando a ser un problema de salud y social. (SER.pe, 2018)

La empresa de saneamiento: no cuenta con el permiso para la descarga (más de 90%), los parámetros para el vertimiento de aguas de desagüe son precisos, falta de autorización para el vertido de aguas residuales en las PTARS y también inexistencia de medidas para la disposición de lodos y su ulterior disposición. De las 143 plantas construidas en el país, solo el 14% está de acuerdo a las normas estipuladas, para el adecuado cumplimiento de acuerdo a la (SUNASS, 2008).

La polución se puede considerar un costo poblacional considerado al ejecutar actividades económicas que genera y que implica una pérdida de bienestar general, ya que el agua para volverla para consumo humano demanda un elevado precio (Saldivar, 2007)

La captación del agua para consumo humano en la población de Puno en un 95.50% se obtiene del lago de un lugar denominado Chimú, que está a unos 3.50 km., del Puerto de Puno. La orilla donde se ubican las casetas de bombeo de agua, la extracción del agua se realiza a 400 m., por donde recorre un río que va dentro del lago, denominado Río Willy. Lo que sucede es

que la contaminación, va a seguir avanzando, debido a una carencia del procesado de las aguas de desagüe. Por eso es importante el este estudio que estamos realizando, ya que extrayendo estos lodos de desagüe que han ingresado al lago y que forma grandes masas, recién sería posible descontaminar la bahía, no serí un peligro para la obtención del agua potable y el desarrollo de la población.

Tabla N° 3

Fuentes de Agua Potable

<b>FUENTES</b>	<b>UND</b>	<b>CAUDAL</b>	<b>%</b>
Lago Titicaca (Chimú)	Lts/seg	320.00	95.50
Manantial Aracmayo	Lts/seg	1.68	0.50
Galerías filtrantes			
Totorani	Lts/seg	13.44	4.00
Total		335.12	100.00

Fuente: Preparado para el estudio

La tabla Nro. 03, indica el volumen de agua que en actualidad dispone la ciudad de Puno, y que son abastecidas por las fuentes que se menciona, donde el mayor volumen de agua se extrae del Lago Titicaca en un 95 %, al ser esta fuente el mayor volumen es filtrantes ubicadas en la ruta hacia el Distrito de Tiquilla, con 4.0 %, la última corresponde a un manantial denominado Aracmayo con 0.50 %.

## CAPITULO II: MARCO TEORICO

### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Agua residual se denomina a las aguas provenientes de desagües en las viviendas, que transportan materia orgánica inorgánica en su composición por lo que se considera un agua de baja calidad.

Tabla N° 4

Promedio del Monitoreo del Agua Residual, Laguna Espinar (Efluente)

DESCRIPCION	INGRESO
	Kg/dia
DBO	4030
DQO	7,844
Nt	459
Pt	90

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad EMSAPUNO SA.

En la tabla Nro. 04, se observa que la muestra corresponde a aguas que, ingresado a la Planta de Tratamiento de Espinar, el análisis realizado por la empresa de saneamiento muestra las cantidades contenidas de en los diversos elementos químicos como la DBO, así como Nt y Ft.

La tabla Nro. 05, muestra los parámetros que se han encontrado en la entrada a la PTAR de la isla Espinar, en cuanto a DBO, DQO, NT, FT, durante periodos de 6 horas, se puede observar las variaciones que se produce.

Tabla N° 5

Estimación de cargas contaminantes durante el día.

PERIODO	DBO	DQO	NT	PT
6 am -12 pm	1,650	2,722	178	33
12 pm-6 pm	1,145	2,702	124	31
6 pm - 12 pm	740	1,640	80	12
12 am - 6 am	423	780	78	14
Total Kg/d	4,030	7,844	459	90
Habitantes	90,000	90,000.00	90,000.00	90,000.00
Percapita				
g/hab/d	44.77	87.15	5.10	1.00

Fuente: (Ordoñez, 2013).”

Para solucionar el problema de la polución de la bahía se han propuesto diferentes alternativas, sin mucho éxito entre las que podemos mencionar; La Autoridad Autónoma del Sistema Hídrico del Lago Titicaca ( ALT) después de un análisis realizado, en su propuesta considero que la mejor manera de solucionar la contaminación de bahía era cubrir con arena y limo en un espesor de 0.30 m., todas las zonas donde se encuentran acumulados los lodos de desagüe, cuyo espacio cuenta con un área de 554,450.112 m<sup>2</sup>. Aproximadamente, para el Dragado de Sedimentos en la bahía, la cantidad de sedimentos estimado es 277,225.04 m<sup>3</sup> (Machaca, 2004).

Un científico peruano-japonés, Marino Morikawa propuso la disminución de la carga polucionada en la bahía mediante de dos procedimientos. El primero se colocan en el lago depósitos con mangueras y filtros que producen un “micro nano burbujeo”. Lo que buscaba es restituir el oxígeno a las aguas donde no hay vida acuática. El segundo mecanismo consistió en aplicar un elemento orgánico al agua que la purificar y la limpia sin alterar la hidrófauna. Estos dos procedimientos se aplicarían en la madrugada, mañana y tarde. El planteamiento no soluciono ni convenció a las autoridades, no pudo descontaminar las dos áreas propuestas para este trabajo se invirtió la suma de S/. 300,000.00 s. y tampoco se pudo conseguir recursos para

continuar con su propuesta. La finalidad de Morikawa era precisa: limpiar 2 km<sup>2</sup> en el lago en 15 días con un sistema diseñado por él. Siempre ha pensado como podía descontaminar el lago, ha dado vueltas por su pensamiento, por mucho tiempo, pero recién ese año se aceptó que el experimento se realice, sin mucho éxito.

El Gobierno Nacional, con el objeto de solucionar tan álgido problema de la contaminación generada por el ingreso de las aguas residuales a la bahía interior, convocó a una iniciativa privada cofinanciada promovida en el marco de Asociaciones Público, Privadas (APP) con el objetivo de brindar un planteamiento completo para el procesamiento de las aguas de desagüe para la población de Puno y otras plantas de tratamiento, con la finalidad de contribuir a la descontaminación de sus aguas, y solucionar la carencia de infraestructura para el procesamiento adecuado de las aguas de desagüe. Este proceso fue licitado y obtuvo la Buena Pro la empresa mexicana FYPASA Construcciones y Operadora de Ecosistemas con una inversión estimada en S/. 863 millones para las 10 plantas de tratamiento, su propuesta fue la más baja y un plazo de concesión de 30 años, se estima que este año realizaran los estudios, los próximos años se ejecutara la obra. (PROINVERSION, 2018)

#### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Podemos mencionar a Gonzales (2015) en el estudio de investigación denominada “Generación Caracterización, y Tratamiento de Lodos de EDAR” en España. Cuyos objetivos consistió en la estimación de un tipo de proceso y de gestión de los lodos derivados en las Estaciones Depuradoras de las Aguas Residuales Urbanas (EDARs) de la Comunidad Autónoma Andaluza. Sucintamente, con un amplio espacio y una considerable cantidad de plantas construidas en esta comunidad, únicamente se han estimado los lodos producido en las



provincias, Sevilla y Huelva. La metodología, es cuantitativa y su alcance es descriptivo; El diseño es no experimental.

Conclusión; Los Municipios en España deben garantizar el correcto procesamiento de las aguas de desagüe, así como la protección del medio ambiente. En sus procesos de depuración no se da una eficaz deshidratación y estabilización de lodos, han utilizado la digestión anaeróbica con la que se obtiene muy buenos resultados. se estableció los términos para la organización de un sistema de gestión optimizado de lodos procesados por las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas.

En nuestros municipios no existe cumplimiento de las Normas y Reglamentaciones, los lodos de aguas residuales vertidos a las fuentes de agua, reduciendo los contaminantes, en nuestro caso es necesario eliminar los lodos mediante la técnica de succión y deshidratación, para tener parámetros aceptables.

Díaz (2016) en su investigación denominada “Proceso de desecación de Fangos Contaminantes utilizando el efecto invernadero” cuyo objetivo general fue estimar la factibilidad técnica de ejecutar un proceso de desecación de los lodos y fangos de PTARS construidas en la ciudad de Guayaquil, utilizando efecto invernadero, con el propósito de extraer lodo seco que pueda ser utilizada en la elaboración de diversos materiales de construcción, que disminuyan los impactos ambientales que pudieran producir la disposición final de estos fangos. La metodología es cuantitativa con alcance descriptivo

El resultado; planteo el secado de los lodos utilizando el efecto invernadero y este lodo secado teniendo como posibilidad ser utilizado como insumo de construcción, de manera que se pueda dar un valor agregado convirtiendo en ladrillos.

Conclusiones, la conformación de lodos en nuestro caso proviene de las aguas residuales, la deshidratación de los lodos a ser a través de una maquina deshidratadora con un volumen considerable de lodos a eliminar, que es muy diferente a la que utiliza el efecto invernadero, el sedimento acumulado de materia orgánica, tiene también arenas y partículas de piedras muy pequeñas, el lodo y será transportado al botadero.

El trabajo de investigación de Lema (2018) denominado “Evaluación Preliminar de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia de San Pablo del Lago, Cantón Otavalo, Provincia de Imbabura” en Ecuador.

Objetivo general de la investigación, fue valorar inicialmente la PTARS de la parroquia San Pablo del Lago, cantón Otavalo, provincia de Imbabura., usa la metodología Cuantitativa, con Diseño Experimental. Como Resultado se obtuvo el ingreso de aguas residuales a la planta que cumple en lo referente al pH. Pero en la demanda bioquímica de oxígeno sobrepasa los valores permitidos.

Como conclusión, podemos indicar que la investigación buscaba obtener un funcionamiento eficiente de las plantas de aguas de desagüe y que el ingreso directo de estas aguas al lago para no seguir afectando la vida acuática, cualquier proceso de tratamiento concluye en eliminar los lodos por ser muy contaminantes.

El tema de investigación de Bruning (2018) “Estudio de contribución de cantidad de elementos orgánicos por acuíferos polucionados y estudio de escenarios polucionados mediante un tipo de agua en el lago Villarrica.”

El objetivo general de la investigación, fue establecer un tipo de calidad de aguas para valorar secuencias de un procedimiento de descontaminación en el lago Villarrica., utilizo el

Método Deductivo, el tipo de Investigación, utilizado es Exploratoria. Se de donde procede la polución de origen antrópico que contribuyen con nutrientes - nitrógeno y fósforo- al lago, estableciéndose que las más importantes son: aguas domésticas residuales de Curarrehue, fosas sépticas de la ribera sur del lago. De estas las que más contribuyen con un flujo elementos orgánicos al lago las Aguas Residuales.

Como resumen podemos mencionar que los elementos que polucionan juntos producen la eutrofización y elevados niveles de N y F, así como amonio, nitrato y ortofosfato los mas importantes compuestos que contienen estos nutrientes y que están insertados en los resultados más importantes que suceden en un cuerpo de agua lacustre, esto es lo que sucede en nuestro lago, los mismos elementos contaminantes son la que vamos a disminuir de manera que estén dentro de lo admisible.

#### 2.1.2 Antecedentes nacionales

Podemos mencionar el trabajo de Jiménez (2016) denominada; “Tratamiento de Aguas Eutrofizadas con el uso de dos Micrófitos de la bahía de la ciudad de Puno”, considerando como finalidad de valorar niveles de Iones de Nt, y Ft de las aguas eutrofizadas y la eficiencia de micrófitos en absorber iones orgánicos Ft y Nt de las aguas polucionadas de la bahía de Puno

La Metodología de Investigación es Cuantitativa, Aplicada, denominada también practica o empírica, es una investigación documental, y es descriptivo.

En el resultado analiza que poca o ninguna institución tienen programas de sensibilización, con programas de información y capacitación, mostrando los beneficios que tiene al cuidar el medio ambiente como beneficio para todos los pobladores.

Conclusión, considera el estudio que la más importante medida para la polución de las aguas es la DBO5 se considera como uno de parámetros más significativos en la medición de la polución en aguas de desagüe, Un lago con alta DBO5 tiene poco contenido de oxígeno, (Raffo, L. Ruiz, L.E., 2014). En el estudio hemos analizado, el DBO5 que es elevados de acuerdo a los ECAS, también se tomó muestras de nitrógeno y fosforo los valores obtenidos son también elevados, lo que ocasionó la eutrofización de las aguas.

El trabajo realizado por Meza (2016) bajo el título “la importancia de los elementos orgánicos en la Eutrofización en la Bahía del Lago Titicaca” el objetivo general en la investigación, es establecer la proporción de los elementos N de F, en la eutrofización de la bahía lago Titicaca. La metodología de investigación es cuantitativa y descriptiva. El Resultado, muestra que es necesario disminuir las contribuciones de Nt y Ft que provienen de las aguas residuales.

Conclusión, el estudio muestra la presencia del Nitrógeno y el Fosforo y que su incidencia es elevada en el proceso de eutrofización, en el presente estudio mostramos que estos elementos contribuyen a la degradación de las aguas del lago, teniendo como opción final la técnica de succión de los lodos para descontaminar la Bahía.

El trabajo de investigación de Arohuanca (2016) bajo el título “Valoración de la Carga de N y F en las más importantes emisores que en lugares puntuales realizan la disposición final de sus aguas en el Lago Titicaca como principal causante de la Eutrofización Puno 2015”, el objetivo general de la investigación es analizar la materia orgánica que contiene de N y F en las principales fuentes en lugares puntuales que se descargan al lago. La metodología es cuantitativa y es aplicada. En el resultado se considera que el 99 % de los ríos que ingresan al lago Titicaca

están contaminados, aguas residuales que terminan contaminando el Lago, como se puede ver en los datos obtenidos de la investigación.

Conclusión, El estudio muestra que los niveles de fosforo y nitrógeno están por encima de los establecidos en los parámetros que podían tolerarse en esta fuente de agua como son, los ECAS, LMP. El estudio se viene realizando considera el reducir al máximo los lodos que se encuentran en el lecho del lago y disminuir sus elementos causantes de la polución en la bahía.

El autor, Quiroz (2019) en su trabajo de Investigación, bajo el titulo; “Evaluación de los estados tróficos de la laguna principal del área de conservación regional Albufera de Medio Mundo, Huaura – Lima “, con la finalidad de valorar los estados tróficos de la fuente principal del espacio destinado para la preservación regional albufera.

La Metodología, es Descriptiva, no Experimental, diseño de Investigación Transversal, Investigación explicativa, Descriptivo.

Resultado, los Gobiernos Regionales deberían asignar recursos financieros y técnicos de manera que permitan la conservación y protección efectiva de este tipo de ecosistemas; dado que son fuentes de sustento económico para las poblaciones aledañas por la actividad turística, pesca, artesanía, entre otras.

Conclusión, las medidas estimadas en la determinación del tipo de fuente, nitrógeno, fosforo, OD, temperatura,) fueron muy similares en 0, 30 y 60 cm de profundidad de muestreo con respecto al nivel de agua. Estos son los parámetros que estudiamos y que ocasionan los procesos de eutrofización de la bahía, para tener aguas limpias en el lago, es necesario reducir la carga contaminante.

### Trabajos de muestreo realizados con anterioridad

Para la toma de muestras, en la bahía del Titicaca, se tomaron muestras periódicas cada 30 días, entre diciembre 2010 y abril 2011, en 12 puntos de control. Se evaluaron medidas fisicoquímicas del agua: transparencia, T, pH, OD, CE, alcalinidad y dureza; también se establecieron los límites de PO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> y NO<sub>2</sub> y la presencia de E. Coli. La determinación de los parámetros fisicoquímicos se procedió de acuerdo a estándares, los especímenes de agua fueron tomadas del espejo de agua con envases de polietileno. ( (Beltrán, Palomino, Moreno, Peralta, & Montesinos, 2015). Se considera como parte de los análisis que se han venido realizando contantemente para monitorear la bahía y ver la contaminación.

Tabla N° 6

Parámetros estudiados considerando otros autores

Parámetro	Hinojosa (1982)	Sarmiento (1984)	Mollocondo (1985)	Pineda (1997)	Ocola (1997)	Donaires et al.'(2003)	Constantini et al.'(2004)	Angles (2006)	Presente estudio	Estándares de Calidad
Temperatura (*C)	13.10		13.14	13.20			11.00	15.25	15.70	15.00
Transparencia (m)				0.95			0.58	1.30	1.40	
Oxígeno disuelto (mg/L)			7.45	7.20			9.15	4.85	6.62	<3
pH					8.55		8.65	8.40	9.43	8.50
Alcalinidad (mg/L)						99.00			154.25	NA
Dureza (mg/L)						233.75			300.50	NA
Fosfatos (mg/L)		0.25						1.01	1.04	0.4
Nitratos (mg/L)		0.43						58.52	0.13	1-5

Fuente: Beltrán, Palomino, Moreno, Peralta, & Montesinos(2015).

En la tabla se muestra las descargas respecto a la bahía interior y la isla Espinar y se muestra una comparación con los Límites Máximos Permisible (LMP), el cual muestra que los rangos encontrados son mayores a los permitidos.

Tabla N° 7

## Composición de las Aguas Residuales

Aguas residuales Crudas	Descarga Isla Espinar		Rango encontrado Intensidad	
	kg/año	LMP		
DBO5	493.565	<5 mg/L	0.380- 0.930	Muy alta
Nt	212.615	1.6 mg/L	2.89- 5.680	Muy alta
Pt	21.788	0.40 mg/L	7.60- 22.80	Alta-Muy alta

Fuente: EMSAPUNO (2008)

## 2.2. BASES TEÓRICAS

**Contaminación de la bahía**

Hasta hace poco tiempo, las técnicas biológicas para el proceso de aguas de desagüe, que se disponían únicamente a la separación de elementos orgánicos y sólidos suspendidos; después de los 80 y inicios de los años 90, se tomó en consideración a los aspectos nocivos originados en la fuente de agua por la existencia en aguas residuales con presencia de nitrógeno y fósforo., (Gonzales & Saldarriaga, 2008).

**Principales características de las aguas residuales.**

Para determinar tipos de las aguas de desagüe y determinar a qué tipo de conexión corresponde, la tabla Nro. 08 muestra los porcentajes de conexiones domésticas, comerciales, industriales y estatales.

Tabla N° 8

## Conexiones Domiciliarias

<b>TIPO DE CONEXIÓN</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Conexiones domiciliarias	91.00%
Conexiones comerciales	7%
Conexiones industriales	1%
Conexiones estatales	1%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fuente: EMSAPUNO 2018

Estos valores corresponden a la Laguna de Estabilización de Aguas Residuales, ubicado en la Isla Espinar, donde la mayor parte corresponde a conexiones domiciliarias con 91% y conexiones, comerciales con 7% y finalmente las estatales con 1%.

Tabla N° 9

#### Cargas contaminantes de Aguas Residuales de otros Departamentos

Parámetros	Ilo Pampa	Tacna	Cuzco San Jerónimo	ECA-C4 Lagos
	Inalámbrica	Magollo		
DOO5 (mg/L)	76	267	73.18	<5
DQO (mg/L)	313	315	151	≥5
pH (Und.)	8.42	8.06	7.82	8.5
Ft (mg/L)	15.2	17.7	14.9	0.4
Nt (mg/L)	2.42	2.95	44.5	5
Sólidos Totales Suspendidos	373	132	132	150

Fuente: MVCS (2017)

Se ha tomado en cuenta el ingreso de aguas de desagüe a las plantas de tratamiento del departamento de Huancayo; Junín, Planta Alcas; así como la planta de tratamiento del Departamento de Tacna, denominada Magollo y en el Departamento de Cuzco, la planta denominada San Jerónimo, se puede observar en el cuadro en cuanto a DBO, son mayores a 5.0; En OD, son menores a 5.0, en cuanto a fosforo total los valores son mayores a, en cuanto a nitrógeno varia.



Tabla N° 10

## Cargas contaminantes de Aguas Residuales de otros países

Parámetros	Brasil Neves Paulista Sao Paulo	México Estado de Cohahuila	Ecuador Quito Sector Guapulo	ECA-C4 Lagos
DOO5 (mg/L)	294.4	600.43	16	<5
DQO (mg/L)	658.8	1165.86	47	≥5
Temperatura °C	24.25		15.2	
Fosforo Total (mg/L)	6.9	15.456	7.5	0.4
Nitrógeno Total (mg/L)	6	67.17	40	5
Solidos Totales Suspendidos	210	2142.27	597.3	150

Fuente: Matsumoto & Sanchez (2013); MD Coahuila (2006); Valle (2016)

En la tabla Nro. 10 podemos ver, que los valores que son mucho mayores a los que se considera en los tipos de mejora del medio ambiente. Para un mejor conocimiento se explican cada uno de las medidas que se han utilizado para el estudio de la descontaminación, que a continuación se exponen;

#### Temperatura

Es un aspecto térmico a tomar en cuenta, considerado como muy importante, influye en la supervivencia de plantas y animales, también influye en los aspectos químicos, así como el uso del agua, aplicado a ciertos usos, muestra también su calidad, afecta el pH, el OD. El agua a obtener se puede utilizar con fines de recreación.

#### Conductividad eléctrica

Es una medida de la capacidad de un material de dejar que pasar la energía eléctrica a través de el. El agua sin contaminación cuenta con poca conductividad, Los componentes del agua polucionada hacen que la energía eléctrica fluya con mayor conductividad.

### Oxígeno disuelto (OD)

El OD. Se capta del ambiente y es utilizado por las plantas para el proceso de fotosíntesis mayormente usado en el proceso de alimentación de las algas. Esta al degradarse utilizan oxígeno

### Demanda química de oxígeno (DQO)

Es la cantidad de oxígeno necesario para la oxidación química de la materia orgánica, no es posible biológicamente.

### Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

La manera adecuada de medir el consumo de oxígeno en los procesos biológicos de los componentes del desagüe es utilizar las variables de la DBO<sub>5</sub>. Esta se considera como una medida de polución orgánica.

### Fósforo total

Herrera, (2003). El Ft es una muestra de la reserva de energía eutrófica. Su medida accede a pronosticar un incremento en la eutrofización o el comienzo de una secuencia de purificación. Para que una fuente de agua sea considerada eutrófica, sus porcentajes de contenido de Ft debe tener los siguientes límites: 20 – 100mg/l. (Unda, 1969).

### Nitrógeno total

El nitrógeno y sus compuestos son importantes en los procesos de vida de flora y fauna, este elemento está en diferentes estados de oxidación que pueden ser incitados por cuerpos con vida, son las bacterias; que inducen a los cambios considerados positivos o negativos está relacionada con las situaciones preponderantes estén aeróbicas o anaeróbicas ( Sawyer, 2001)

.

### **Eutrofización de la bahía**

La eutrofización reside en el incremento de alimentos, en el N y F, en un ambiente acuático. Este proceso de polución se inicia cuando la fuente de un ambiente lacustre se descarga aguas contaminadas y restos orgánicos que contribuyen en el mayor crecimiento de materia orgánica. Esto hace que se tenga un incremento desmedido de algas y otra flora existente en los lagos, que tapa el espejo del lago.

En la etapa inicial la eutrofización, se generan una multiplicación de las algas que cubren el espejo de agua y no permite que la luz solar atraviese mayores profundidades en la vida acuática del lago. Producto de este proceso la flora del lago desaparece gradualmente, ya que no es posible continuar con los procesos biológicos.

La siguiente etapa, microorganismos, como bacterias ingieren estos organismos descompuestos y dejan sin oxígeno a los pescados y moluscos. Las algas producto de este proceso son un veneno para el medio lacustre y los microorganismos son dañinos para la salud, originan desajustes en la salud de los organismos. Por tener una proporción mayor de fósforo (Fundación, 2018).

Como principal origen de la eutrofización se considera el vertimiento de las aguas de desagüe a las fuentes de agua, ya que estas llevan consigo cantidades superiores de nitrógeno y fósforo, puesto que tales efluentes transportan gran cantidad de materia orgánica en los sectores donde desembocan en la bahía. Como consecuencia se puede indicar que los barrios circunlacustres, están más expuestos a la contaminación.

La eutrofización debido a sus efectos nocivos, provoca las aguas en el ambiente lacustre se deteriore, se incrementen las algas, también el mal olor que afecta la salud de los pobladores,

lo que a su vez degrada la situación ambiental, afecta el ecosistema acuático, y genera la desaparición de la flora y fauna acuática. Obteniéndose como resultado un desequilibrio ecológico en la bahía.

El presente estudio ha revisado cuales son los elementos que más influyen en la contaminación, determinándose como principales el nitrógeno, fosforo, oxígeno disuelto, DQO y DBO, los que en mayor medida influyen en la contaminación de la bahía. Estos agentes están contenidos en los lodos acumulados depositados en el lecho del lago. La presente tesis plantea la técnica de succión de los lodos al ser eliminados del lago permite mejorar sus condiciones para su recuperación.

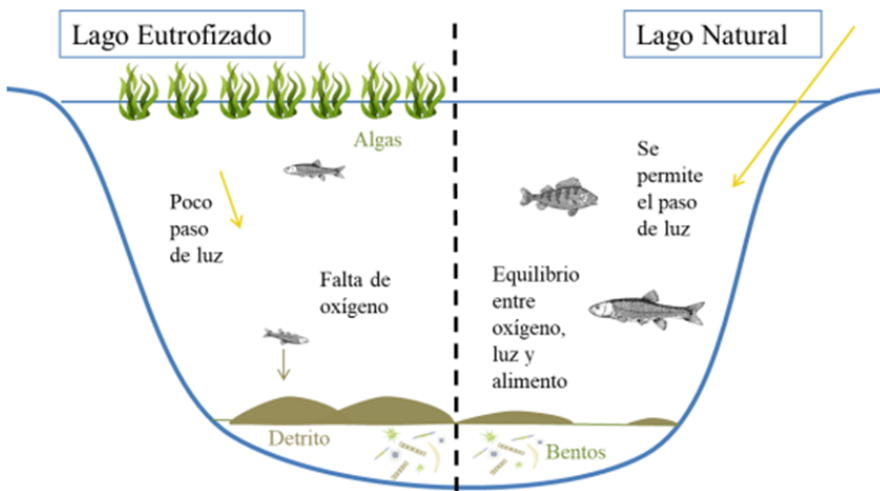
Las consecuencias de la eutrofización más saltantes pueden ser presentados de la siguiente forma:

- a. Incremento desmesurado y dañino de la flora lacustre, incluye el desarrollo algas, y multiplicación de macrocitos.
- b. Variaciones de la biomasa, con cambios en la variedad de peces y otros cuerpos vivientes.
- c. Desintegración de los elementos orgánicos en el final de su ciclo vital, consumo y abatimiento del oxígeno disuelto y anoxia.
- d. Degradación de la calidad del agua que producen variaciones en sus características.
- e. Liberación de gases y generación de olores fétidos.
- f. Menoscabo en el uso del agua, en el suministro de consumo familiar y procesamiento de productos.
- h. Daños en el riego de productos y el beneficio hidroeléctrico.
- i. Deterioros en zonas de esparcimiento, turismo y paisaje.

j. Incremento en la evaporación.

k. Aumento de dificultades para el desplazamiento de las aguas.

Obtención de elementos peligrosos para los seres vivos y se generan condiciones adecuadas para el crecimiento de mosquitos, larvas y otros vectores. (Meza Rojas, 2016).



*Figura 3* Lago Eutrofizado comparado con Lago Natural

Agua de desagüe; agua servida de una población y que tiene materia orgánica o inorgánico integrado y suspendido.

El periodo del Nitrógeno

Se considera un componente que existe en cantidad en la tierra, en la atmósfera como en la biósfera. El símbolo es N, peso 7. Elemento indispensable en aminoácidos y ácidos nucleicos, muy importante para la vida de los seres vivos.

En las fuentes de agua, el periodo del nitrógeno reside en un equilibrio entre la fuente generación y la pérdida por consumo - Fuentes: el nitrógeno se obtiene de la lluvia, también en áreas donde escurre el agua encima de la superficie del suelo y vertimiento de elementos

contaminantes. - Pérdidas: residuos de elementos con este elemento, desvitricación, salidas de las laderas de los cerros.

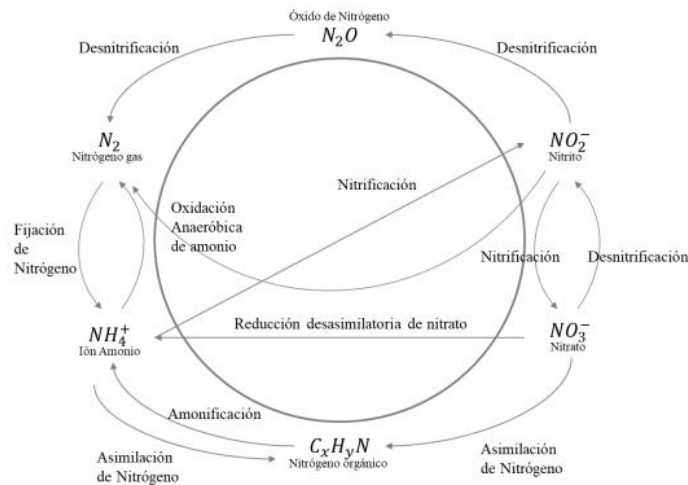


Figura 4 El Ciclo del Nitrógeno

### El periodo del Fosforo

Se le considera no metálico, con numero 15 y se simboliza con la letra F. El fósforo está en las aguas que escurren en rocas lixiviados o fosfatadas por transporte en terrenos ricos en fosfatos y polifosfatos. El fosforo se obtiene de los abonos que se utilizan para la agricultura, así como la descarga de las aguas domiciliarias.

Los ortofosfatos son ingeridos por algas y bacterias en el ciclo biológico. Los organismos si vida se convierten el fósforo orgánico en fosfato. A su vez, el fósforo inorgánico (como polifosfatos) se disuelve en agua para también formar ortofosfato; mientras que el proceso inverso es llevado a cabo por bacterias en condiciones de altas temperaturas y bajo pH, común

en cuerpos de agua eutróficos (Figura 5). Asimismo, el ortofosfato puede succionar los componentes inorgánicos diluirse en forma de minerales.

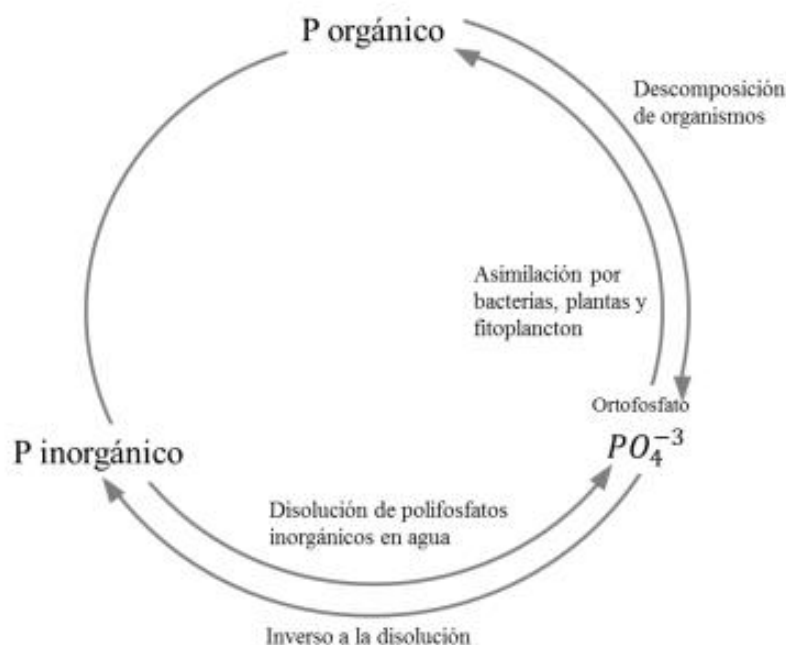


Figura 5 El Periodo del Fosforo

### Estándares de calidad ambiental

A continuación, se describen las principales normas que aplican para las aguas residuales; DS.002-2008-MINAM, se refiere al dispositivo de los ECAS para agua MINAM 2017.

DS:202-2010 ANA, considera diferentes fuentes de agua de diferente origen.

R.J.Nro.003-2010 MINAM, En este documento se definen de los LMP, para los emisores de que descargan en las PTARS.

RM.273-2013 Vivienda, resolución ministerial establece los protocolos de monitoreo y aprobación de los vertimientos a las PTARS de diverso origen.



*Figura 6* Proliferación de lenteja en la bahía

Tabla N° 11

LMP, para los efluentes a una fuente de Agua

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD
* Grasas y aceites	mg/L	20
* Coliformes		
Termotolerantes	NMP/100nL	10
* DBO	mg/L	100
* DQO.	mg/L	200
* PH		6.5 - 8.5
*STS.	nL/L2	150
* Temperatura	°C	<35

Fuente: MINAM (2010)



## **CAPITULO III : METODOLOGIA**

### **3.1 ENFOQUE, ALCANCE Y DISEÑO**

El enfoque para este estudio es cuantitativo, recolecta información numérica y se utiliza el análisis para la proyección de los datos numéricos.

Se ha utilizado esta orientación, considera una secuencia deductiva, donde las etapas siguen de forma lógica a la siguiente, sirve para comprobar, explicar o predecir un determinado hecho, Se estudia las descargas de desagüe, la acumulación en el lecho del lago, los elementos como el fosforo, nitrógeno, la succión para eliminar estos lodos. Se considera una buena alternativa para originar conocimiento objetivo, definido, muy detallado y probado.

El presente estudio tiene un enfoque cuantitativo; a través del uso de fórmulas matemáticas y cuadros estadísticos, se realizó la medición del caudal, población, tipos del agua de desagüe y análisis de diseño

El alcance es descriptivo, considera la posibilidad de escoger las propiedades más importantes del trabajo y su descripción pormenorizada de cada parte, se apoya primariamente en métodos como la observación y la selección de documentos.

Describe las partes más importantes de la técnica. Nos ha permitido describir determinadas particularidades del objeto del estudio, como el crecimiento más allá de la rivera del lago que es la zona de estudio. Se usa la descripción para detallar, propiedades, características y rangos importantes, de cualquier hecho que se produce (Hernández 2013)

El diseño metodológico que se emplea en el presente trabajo se define como no experimental, las variables no tienen que ser manipuladas ya que los hechos existían al momento de iniciar los estudios. En la parte no experimental se observan los hechos como ocurre en forma natural, para luego estudiar y analizar.

No se ejecuta ningún contexto, sino que se pueden ver hechos reales. No es necesario manipular ninguna de las variables. Se fundamenta en visualizar los fenómenos tal y como se dan en su trama natural para posteriormente examinarlo.

Es transversal, porque la información se obtiene en una sola vez y no se realiza un trabajo ulterior.

### 3.2 MATRICES DE ALINEAMIENTO

#### 3.2.1 Matriz de consistencia

Esta matriz se considera una herramienta importante en un estudio y/o trabajo de investigación, consigna cuadros formados por columnas y filas, posibilita al que estudia valorar el grado de enlace lógico y conexión entre los objetivos, problema, título, las variables, las hipótesis, el tipo, diseño, método e instrumentos de investigación, población y la muestra correspondiente del trabajo que se está realizando.

Tabla N° 12

Matriz de consistencia

Tabla N° 13

Matriz de operacionalización de variables

<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Metodología</b>
¿Cuáles son las motivaciones existentes para descontaminar la Bahía, mediante la extracción de lodos ?	Determinar cuales son las motivaciones existentes para la eliminación de los en la bahía	Motivaciones		<b>Enfoque:</b> Cuantitativo
1. ¿Cuáles son las motivaciones extrínsecas existentes para la descontaminación de la bahía, mediante la extracción de lodos?	1. determinar cuales son las motivaciones extrínsecas existentes para la descontaminación de la bahía mediante la extracción de lodos.	Motivaciones extrínsecas	* Ciudad saludable * Ciudad ecológica	<b>Alcance:</b> Descriptivo <b>Diseño:</b> No experimental de corte transversal
2. ¿Cuáles son las motivaciones intrínsecas existentes para descontaminar la bahía mediante la extracción de lodos?	2. Cuales son las motivaciones intrínsecas existentes para la descontaminación mediante la extracción de lodos.	Motivaciones intrínsecas	* Recuperación de flora y fauna * Desarrollo local	<b>Población:</b> Descargas agua residual ciudad <b>Muestra:</b> Águas resid. Red colect. ciudad
3. ¿Cuáles son las motivaciones trascendentes existentes para descontaminar la bahía mediante la extracción de lodos?	3. Cuales son las motivaciones trascendentes existentes para la descontaminación de la bahía mediante la extracción de lodos?	Motivaciones trascendentes	* Desarrollo local * Bienestar población * Mejor salud	<b>Técnica:</b> Documental <b>Instrumentos:</b> Análisis valorativo

Variable	Definición Conceptual	Def. Operacional	Dimensiones	Indicador	Item
Motivación extrínseca	Un factor de supervivencia de las ciudades es el adecuado nivel de saneamiento urbano	La eliminación de todos por succión, descontamina la	Recompensa	Una bahía libre de contaminación genera bienestar al poblador	1) Bahía ecológicamente saludable 2) Un ejemplo para otras ciudades contaminadas.
	a fin de propender a un ciclo de agua saludable y sostenible.	Bahía.	Incentivo	Se incrementa más turismo mejora la salud de los pobladores en la rivera	3) Implementación de programas de recreación, turismo, deportes, cría de peces.
	(Larios, Gonzales y Morales )			Volver a las actividades anteriores a la contaminación	4) Retomar las actividades antes a la contaminación producida
	El desarrollo urbano de la ciudad enfrenta nuevos retos en su crecimiento y desarrollo, en la rivera de la	Se consideran los parámetros de aguas no contaminadas en lagos y lagunas	Potencial para el desarrollo	Nivel de aceptación de aguas	5) Leyes que promueven un uso adecuado en ambientes lacustres
	Bahía.		LMP	No contaminadas en bahía	6) trabajo en equipo, estado, municipio, privados
Motivación trascendente	Este trabajo beneficiará a toda la población y favorecerá el desarrollo urbano de la Ciudad	El beneficio de la descontaminación es para la salud población turismo, cría de peces	Mejora de salud poblador	Independencia para el desarrollo de actividades	Prestigio de EMSAPUNO, PELT.ALT.
			Contribuye al desarrollo urb.	Mejora el desarrollo urbano en la rivera de la Bahía	Esta solución puede ser replicada en otros lugares
				Trabajo en bien de la población	La universidad puede motivar trabajos, mejora medio amb.
			de la Bahía		

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población es considerada:” el total del trabajo que se viene desarrollando, encima del trabajo donde se inferirá los resultados, formada por las diversas variables o niveles que hacen que se distingan las personas”. La población considerada para realizar este estudio corresponde a los vertimientos de aguas de desagüe, producidos en el barrio El Milagro. (Chavez, Leiva , & Corroto , 2002).

Las dimensiones de la zona que es intervenida en el presente estudio es 17.30 Km<sup>2</sup>., es una superficie de agua con forma de elipse y mide 2.40 Km de ancho desde la Isla Esteves, hasta la Isla Espinar y un largo de 3.50 Km del Muelle de Puno hasta el ingreso del estrecho de Chimú. La profundidad promedio alcanza 2.70 m. y 43.70 millones de metros cúbicos ( Norcoth). Esta investigación ha considerado como población de estudio 37,460 conexiones de alcantarillado.

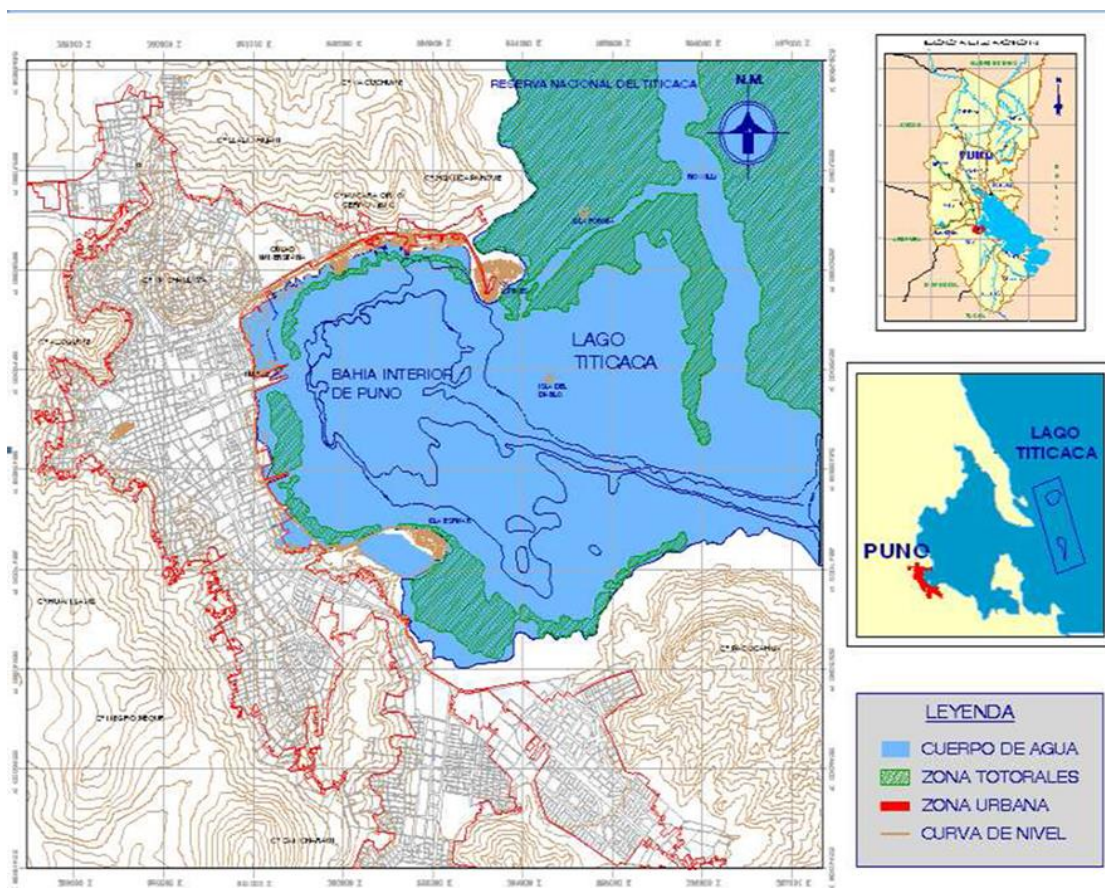
La muestra representa el 87.47 “que se considera como el total de las conexiones de alcantarillado en la ciudad de Puno, La contaminación mayor está cerca a la rivera del lago donde se ha obtenido las muestras para el estudio, a medida que se aleja hacia el interior del lago la contaminación disminuye.

Tabla N° 14

Población, cobertura servicios y conexiones

Descripción	Población estimada	Cobertura %	Conexiones Und.
Población	145,000		
Agua potable		93.2	39,912
Alcantarillado		87.47	37,469

Fuente: MVCS (2017-2)



*Figura 7* Pelt; incluye la bahía.

La obtención de especímenes en los emisores y fuentes donde ingresan los desagües está considerado dentro de un dispositivo normado para su descarga y tiene como finalidad obtener la composición que este dentro de los LMP. Es importante resaltar que la normatividad existente establece los procedimientos de los lugares de obtención de muestras en las fuentes de agua y emisores de ingreso, toma de muestras en cuerpos de agua y efluentes, garantizándose de forma la disposición de los datos y protección de los especímenes obtenidos. Se considera una serie de dispositivos legales; Constitución 1993, Lay de aguas DL. 17752. DS. 261-69-AP. Código medio ambiente y otros

### **3.4 Técnicas e instrumentos**

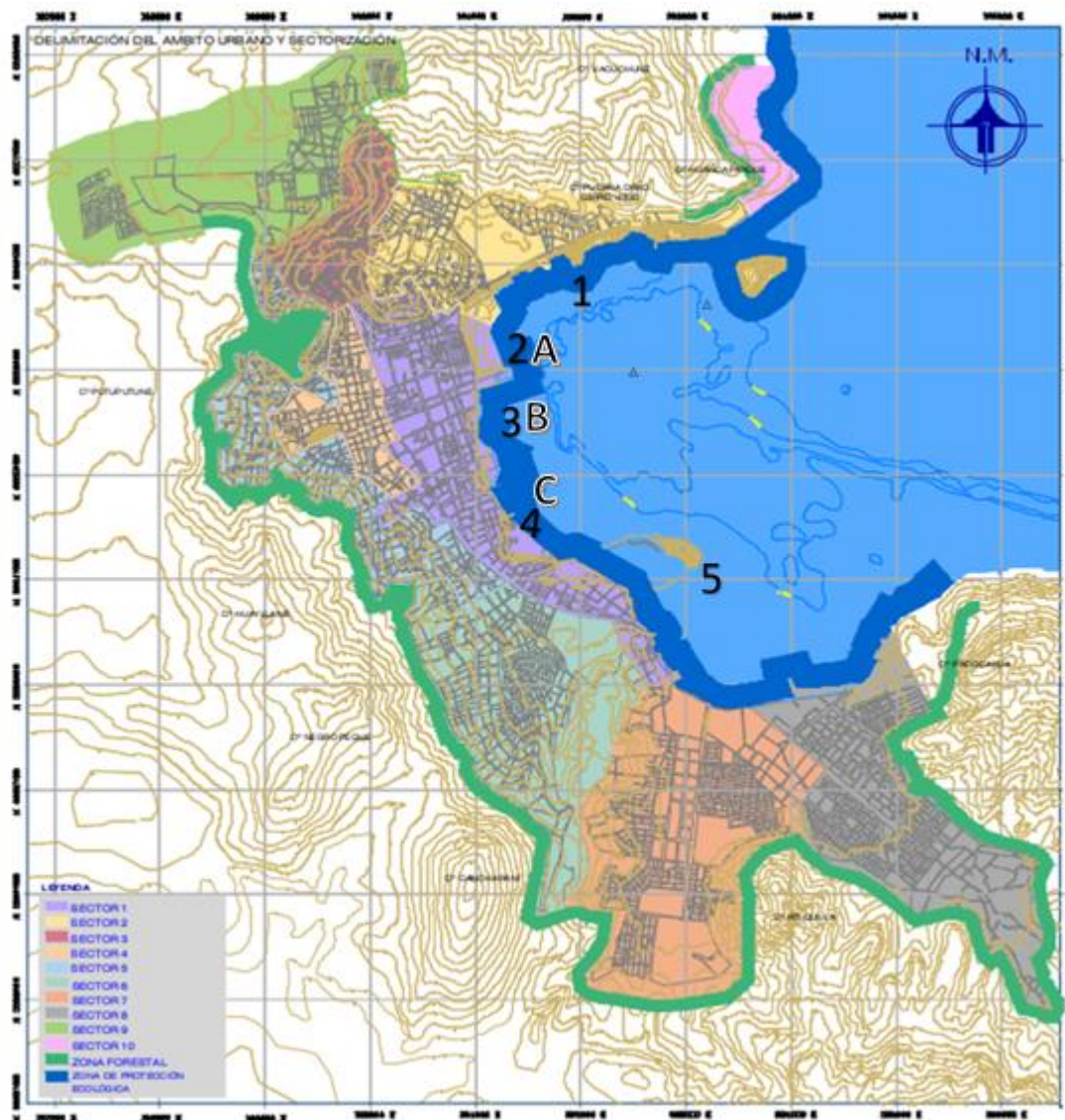
Para la determinación del estado actual de las aguas, hemos considerado 5 zonas donde se extrajo las muestras a una profundidad de 2.50 m. los siguientes son los lugares muestreados;

- Frente a las Residencias de la UNAP (1)
- Jr. Virgen de la Candelaria, prolongación (2).
- Jr. Carabaya prolongación, que está a un costado del Puerto (3)
- Jr. Bancharo Rossi prolongación (4).
- Isla Espinar, costado sur (5).

#### **Técnica en la Toma de muestras**

Se obtuvo del muestreo de las aguas contaminadas en los diferentes lugares seleccionados, para estos especímenes se trajeron depósitos para muestreo tipo NANSSEN – NISKIN, especiales para este tipo de trabajos, con 1,7 litros de capacidad. Para el traslado se colocaron en botellones de plástico según la Serie de directivas de Métodos (GEMS) de CEPIS – OPS – OMS.





*Figura 8* Lugares donde se han obtenido las muestras

En el proceso de extracción de muestras para su respectivo análisis, se han tomado como principales parámetros el fosforo, el nitrógeno en sus diferentes formas, así como la DBO5, el OD, temperatura, conductividad eléctrica. Todos estos parámetros tienen incidencia en la eutrofización de la bahía, contaminación orgánica. (Ocola, 2006).



Para la obtención **de los datos en el zona contaminado** se determinó el valor de la temperatura, la conductividad eléctrica, en cada uno de los lugares previamente determinados para el muestreo, se utilizó los siguientes aparatos, conductímetro y termómetro analógico. La toma de muestras en los cinco lugares seleccionados se obtuvieron el 21 de octubre entre las 9.00 y 11.00 am.

La **preservación** de muestras al final de la jornada se acomodó las especímenes obtenidos, teniendo la precaución de no alterarlas. Luego de la extracción, los frascos fueron etiquetados.

El **Transporte** Después de la identificación, los frascos se empaquetaron convenientemente, para evitar daños y la fricción y choque entre cada frasco y su consecuente rotura.

En el **laboratorio**, se analizaron todas las muestras respectivas, para establecer las cantidades de materiales que existen en las fuentes y así establecer si está dentro de los parámetros establecidos.

### **Técnica de succión de lodos**

Una vez determinada las zonas donde están ubicados los lodos y sedimentos, cuyas áreas tienen relación directa con los afluentes de aguas residuales, las aguas pluviales también llevan consigo material orgánico.

En la composición general de los sedimentos podemos distinguir que tiene como origen, el formado por material de origen vegetal y así como el formado por materia orgánica proveniente de afluentes de aguas residuales y canales pluviales. Forma parte de este material los sedimentos que son arrastrados desde la microcuenca de Puno.

Es evidente que la acumulación de sedimentos orgánicos en la bahía en el lago Titicaca, tiene como causa el vertido directo de aguas residuales domésticas, en forma directa e interrumpida, como se sabe las aguas residuales domésticas, tiene un fuerte componente orgánico. La fuente originaria de sedimentos está formada por el material orgánico de origen biológico, asociado a la alta productividad primaria que ocurre en la bahía. Se tiene 3 zonas para la succión de lodos.

Para la propuesta de eliminación de los lodos, se empleará equipos que succionen el material orgánico, así como las arenas y material que haya sedimentado en esas zonas, luego de retirado el material, inmediatamente será eliminada el agua por deshidratación, quedando material seco, que se colocara en sobre la tolva de los volquetes de 15 m<sup>3</sup>, y se transportaran hasta el botadero municipal.

Tabla N° 15

Zonas de acumulación de lodos de aguas residual

<b>Descripción</b>	<b>Áreas (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
Zona A	218,096.76	109,048.38
Zona B	205,251.78	102,625.88
Zona C	168,415.68	84,207.83
Total	591,764.22	295,882.09

Fuente: Elaboración propia.

Se tienen definidas tres zonas que son consideradas como las críticas, que contienen Nitrógeno, Fosforo y otros elementos, esta relación corresponde a volúmenes que están en el cuadro.

Los volúmenes estimados de sedimentos llegan a 13,389 Ton., de nitrógeno y 1,684 ton., de fosforo. Estas cantidades de nutrientes son correspondientes con la carga de polución descargada de la ciudad de la ciudad de Puno durante 40 años. (Machaca, 2004)

### **Las características técnicas los equipos**

Draga accionada por un Motor Diésel, autopropulsada para la extracción de 120 m<sup>3</sup>/hr de los lodos en la bahía interior, por acumulación de aguas residuales incluyendo un tablero eléctrico de arranque, control y protección.

### **Características de draga.**

Una draga autopropulsada con sistema de flotación compuesto de dos pontones rectangulares, de 30" x 37" y de 7.31 m de largo, fabricados con planchas de acero calibre 10, recubierto con pintura epódica, relleno de espuma. Armazón de Acero al Carbono recubierto con pintura epóxica o acero galvanizado o material de mejor calidad.

Longitud de transporte	: 9.50 m.
Ancho de transporte	: 2.56 m sin los motores del tornillo sinfín
Altura transporte	: 2.59 m
Peso operativo	: 6,854 kg.
Profundidad máxima de dragado	: 4.27 m

#### **1. Bomba sumergible**

Bomba con motor sumergible accionado hidráulicamente. Tipo centrífuga cuyo impulsor está diseñado para bombeo de lodos y sólidos.

Caudal	: 120 m <sup>3</sup> /hr
Altura dinámica total	: 20 metros

Diámetro pasaje de sólidos : 3"

Fluido : Lodos

Diámetro del impulsor : 11.43"

Diámetro succión/ descarga: 6"/6"

Eficiencia hidráulica : 75% mínimo



Figura 9 Vista isométrica de la draga

#### Motor Diésel

Motor industrial de 150 HP, El patrón principal. El equipo viene completamente encerrado motor y sus implementos hidráulicos. El equipo cuenta con acumuladores pares,

dispositivos con interruptores de control y silenciador. Cuenta con un volumen de almacenamiento de 30 gln. de combustible.



Figura 10 Dragas flotante

#### Sistema de deshidratación de lodos

(02) Decantadores Centrífugos, con Filtros autolimpiantes, Dosificadores de Polímero, Transportadores Helicoidales y Medidores de Flujo.

#### Datos del Proceso

Según lo solicitado por el cliente:

Tipo de proceso : Extracción de lodos en bahía interior del lago

Tipo de lodos : Lodos sumergidos

Caudal del lodo : 60 m<sup>3</sup>/h

Concentración del lodo : 3.0 a 5.0 % MS

Especificado por el proveedor:

# de Decanters      2 unidades

Concentración de la torta     $\geq 22.0$  % MS



*Figura 11* Sistema de deshidratación de Lodos



*Figura 12* Descarga de lodos de centrifuga directo al volquete.

### 3.5 Análisis de datos

Se utilizó prioritariamente los datos obtenidos en el laboratorio de EMSA Puno para el análisis de las aguas de desagüe y cotejar con los límites máximos permitidos, y estándares calidad ambiental.

Parámetro físico- químico.

La determinación fisicoquímica y de módulos, se ejecutaron al “Agua a Tratar” y al “Agua Tratada”, fundamentados en los “procedimientos establecido y normados ajustados a los Internacionales”, como el de los procedimientos patrones para la verificación del agua y de las aguas de desagüe, señalados en el siguiente enmarcado:

Tabla N° 16

Determinación y Métodos Normalizados Estandarizado Internacionales

DETERMINACION	METODOS
Fisicoquímico. - Se tiene a los siguientes	
Parámetros:	
Aspecto, Olor, Sabor, Color, pH,	
Temperatura	APHA/AWWA/WPCF, (2007)
Turbiedad, Conductividad Eléctrica,	
Sólidos	
Totales Disueltos, Salinidad y Alcalinidad	
Totales Disueltos, Salinidad y Alcalinidad	
Nitrógeno	APHA/AWWA/WPCF, (2007)

Fuente: APHA (2017)

AWWA: WPCF.

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y ANALISIS

Los resultados que se observan en la tabla Nro.17, son los resultados del análisis realizado, considerando temperatura, CE, OD, DBO5, F, y N su resultados se muestran a continuación.

Tabla N° 17

Lugares donde se obtuvieron las muestras en la bahía interior

<b>Zona de Muestreo</b>	<b>Temp. °Celsius</b>	<b>OD mg/L</b>	<b>DQO mg/L</b>	<b>DBO5 mg/L</b>	<b>Fosforo Total mg/L</b>	<b>Nitrógeno Total mg/L</b>
Frente UNAP Jr. Virgen	14.90	8.19	84.60	11.70	1.23	9.4
Candelaria Jr. Carabaya (prolongación)	17.95	3.20	89.45	15.50	1.17	12.2
Jr. Bancharo Rossi (prolongación)	15.05	2.95	108.42	15.80	1.15	14.4
Isla Espinar	13.22	3.20	185.30	13.80	1.22	12.9
	15.75	2.05	178.12	15.90	1.73	11.2
ECA-C4,Lagos	-	≥ 5	50	< 5	0.4	5

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la interrogante, **¿Cuál es el efecto de la succión de lodos en la bahía interior de Puno del lago Titicaca sobre la descontaminación del agua de la bahía?**

La succión de lodos en la bahía interior, permitirá reducir a límites aceptados de los elementos que actualmente producen la contaminación, de manera que sea aceptado su uso con fines de recreación.

**¿Cuál es el efecto de la succión de lodos en la bahía interior de Puno del lago Titicaca sobre la calidad de agua en cuanto a la cantidad de Nitrógeno y Fosforo del agua de la bahía?**



Al reducir los componentes como el fosforo, nitrógeno a niveles permitidos en el C-4, que corresponde a lagos y lagunas, de acuerdo a los ECAS, el efecto de succión de lodos permitirá descontaminará la bahía interior.

Tabla N° 18

Fosforo obtenido de muestras realizadas

<b>Zona de Muestreo</b>	<b>Fosforo Total mg/L</b>
Frente UNAP	1.23
Jr. Virgen Candelaria	1.17
Jr. Carabaya (prolongación)	1.15
Jr. Bancharo Rossi	1.22
(prolongación)	1.22
Isla Espinar	1.73
ECA-C4,Lagos	0.4

Fuente: Estudios realizados

Fosforo

Los valores a medida que se alejan de la orilla hacia el centro de la bahía van disminuyendo, los resultados que hemos obtenido varían de 1.15 a 1.73 mg/L. Las mayores concentraciones se encuentran en la Prolongación de Virgen de la Candelaria 1.17 mg/L, Jr. Carabaya 1.15 mg/L., Bancharo Rossi 1.22 mg/L. El Valor máximo que se recomienda debe estar por los 0.015 mg/L (Schemidte, 1977, tiene mayor presencia a más profundidad que en la superficie.

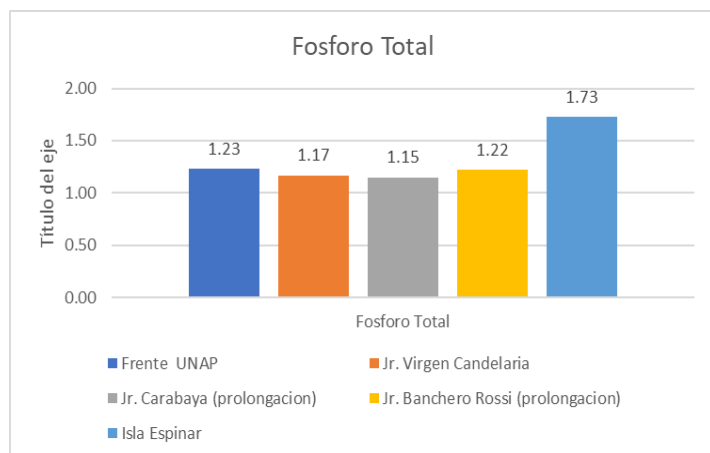


Figura 13 Valores obtenidos de Fosforo.

### Nitrógeno (N)

Sirve para la nutrición de las micro algas y Plantas, el Nt está conformado por el nitrógeno amoniacal más el nitrógeno orgánico. Cuando el agua cuenta con exceso de nitrógeno las aguas se eutrofizan, crecen micro algas, resultando ser toxicas para los peces y plantas. Este elemento contribuye a la disminución del oxígeno y la eutrofización cuando los componentes tienen niveles mayores a los permitidos en nitratos:

Tabla N° 19

Nitrógeno obtenido de muestras realizadas

<b>Zona de Muestreo</b>	<b>Nitrógeno Total mg/L</b>
Frente UNAP	9.4
Jr. Virgen Candelaria	12.2
Jr. Carabaya (prolongación)	14.4
Jr. Bancharo Rossi (prolongación)	12.9
Isla Espinar	11.2
ECA-C4, Lagos	5

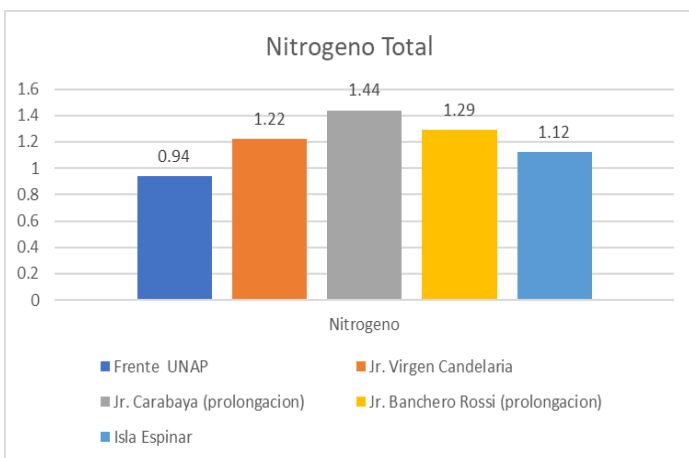


Figura 14 Valores obtenidos de Nitrógeno

**¿Cuál es el efecto de la succión de lodos en la bahía interior de Puno del lago Titicaca sobre la calidad de agua en cuanto al OD, DQO, DBO5, del agua de la bahía?**

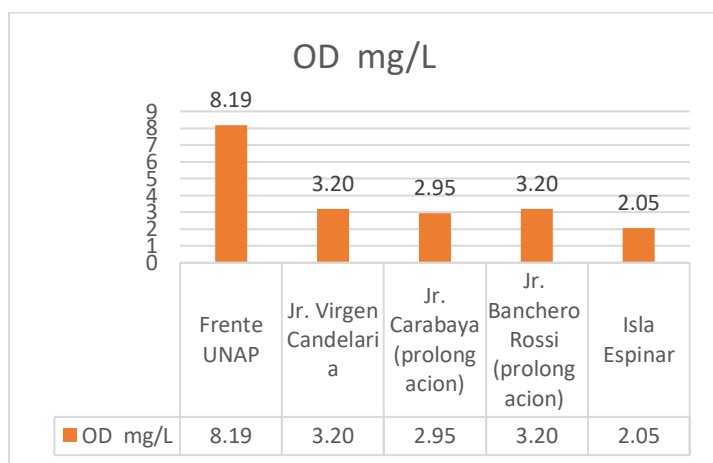
El efecto que se va a producir es que al mejorar estos parámetros se producirá mayor oxigenación y transformaciones, que ocurren en los medios acuáticos. Consideramos que al succionar los lodos tendrá ventajas significativas, reduciendo los LMP a niveles de aceptación.

Tabla N° 20

Oxígeno Disuelto obtenido de muestras realizadas

Zona de Muestreo	OD mg/L
Frente UNAP	8.19
Jr. Virgen Candelaria	3.20
Jr. Carabaya (prolongación)	2.95
Jr. Bancharo Rossi (prolongación)	3.20
Isla Espinar	2.05
ECA-C4, Lagos	$\geq 5$

Los valores encontrados están más abajo de los promedios considerados como buenos para el ambiente en lagos, varía de 3.20 a 5.00 mg/l, indica que existe muy bajo oxígeno disuelto, La muestra en el sector de la UNAP 8.19 mg/L, está dentro del parámetro, El resto de muestras obtenidas son bajas y no están dentro de los valores normales.



*Figura 15* Valores obtenidos de Oxígeno Disuelto

#### La Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La DQO considera un volumen de oxígeno valido para oxidar el elementos orgánico y oxidable existente en los lodos existen otros métodos, como los procesos anaerobios, en estas secuencias hay una inexistencia de oxígeno.

Tabla N° 21

Demanda Química de Oxígeno obtenido de muestras realizadas.

Zona de Muestreo	DQO mg/L
Frente UNAP	84.60

Jr. Virgen Candelaria	89.45
Jr. Carabaya (prolongación)	108.42
Jr. Bancharo Rossi (prolongación)	185.30
Isla Espinar	178.12
ECA-C4,Lagos	50

Los valores hasta 50 mg/L, se consideran que las concentraciones son tolerables. Las muestras obtenidas varían desde 84.60 a 185.30 mg/L, estas muestras son mayores a las consideradas en ECA- C-4, para lagos, lo que indica que hay poco oxígeno para la oxidación química de los componentes orgánicos.

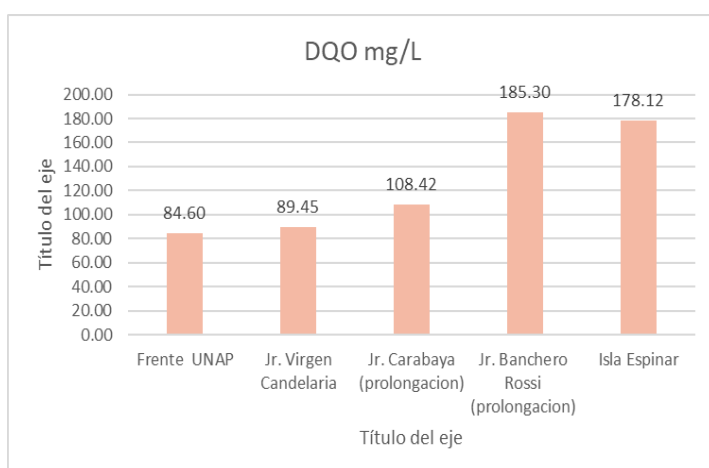


Figura 16 Análisis de la DQO.

### La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

Las microorganismos, son las que transforman la materia orgánica a más cantidad de materia orgánica más consumo de OD lo que representan incremento de los organismos, lo que puede inducir a peligros, se considera acumulaciones menores de DBO: 5.0 mg/L, como se observa

en el cuadro todas las muestras obtenidas dan resultados mayores a 5.0 mg/L, varían de 11.70 a 15.90 mg/L

Tabla N° 22

Demanda Bioquímica de Oxígeno obtenido de muestras realizadas.

<b>Zona de Muestreo</b>	<b>DBO5 mg/L</b>
Frente UNAP	11.70
Jr. Virgen Candelaria	15.50
Jr. Carabaya (prolongación)	15.80
Jr. Bancharo Rossi (prolongación)	13.80
Isla Espinar	15.90
ECA-C4,Lagos	< 5

El promedio es de 14.54 mg/L, que resulta alto

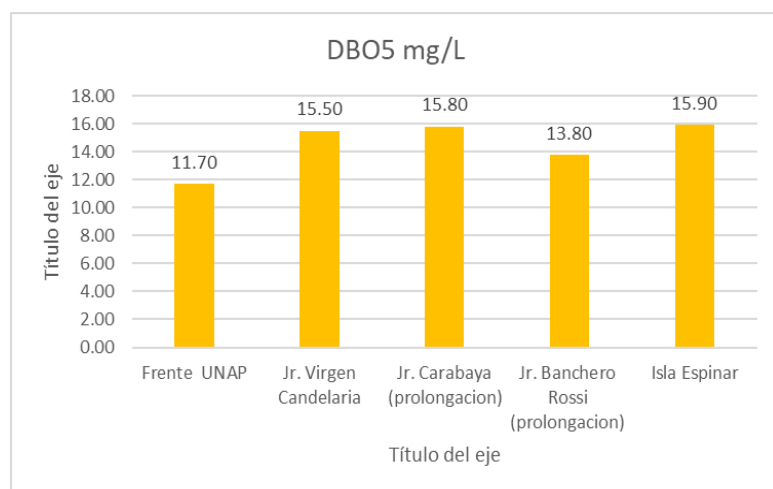


Figura 17 Valores obtenidos de Demanda Bioquímica del Oxígeno

Consideramos que el objetivo de evaluar la efectividad de la succión de lodos de la bahía de la ciudad.

## **CAPITULO V. PROPUESTA DE SOLUCION**

### **5.10 PROPÓSITO**

El presente estudio realizado mediante el método de succión de lodos se propone la eliminación de la polución a la Bahía, eliminando así los lodos depositados.

### **5.11 El ALCANCE**

El Alcance de este estudio tiene por finalidad general un trabajo que permita;

\* Evaluar la efectividad de la succión de lodos de la bahía interior de Puno, Así como objetivos específicos los siguientes:

\* Evaluar el efecto de la succión de lodos sobre los indicadores de polución como el Nt y Ft.

\* Evaluar el efecto de la succión de lodos sobre los indicadores del agua como son: DBO5

Producto Final del presente trabajo de investigación, es la polución de la bahía del lago Titicaca, utilizando la Técnica de Succión de Lodos para reducir la contaminación que tiene elementos superiores a los LMP y ECAS, se tiene un cronograma de ejecución y entrega del proyecto.

Criterios de Aceptación.

- El agua en el área lacustre deberá estar dentro de los LMP y ECAS C-4
- El proyecto deberá ser ejecutado dentro del tiempo establecido en el cronograma.
- El costo del presupuesto deberá mantenerse dentro del presupuesto del expediente.
- Generar aceptación de los pobladores de Puno

Tabla N° 23

## 5.12 CONSTITUCION DEL PROYECTO

Item	Información	Descripción
Título del proyecto	Nombre del Proyecto	Descontaminación de la Bahía Interior del Lago Titicaca Mediante la Técnica de Succión de Lodos, en La ciudad de Puno, durante el periodo Octubre 2019-Marzo 2020.
Descripción breve del proyecto	¿Para qué?	Eliminar al polución en la bahía para evitar el deterioro ambiental, mal olor y daño a la salud.
Requisitos	Condiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Reducir los elementos contaminantes como el fosforo, nitrogênio a parâmetros admitidos.</li> <li>. Disminuir la DBO5, DQO, OD, a límites tolerables</li> <li>. Eliminar los lodos contaminados por el desagüe</li> </ul>
Descripción a alto nivel del proyecto	Descripción con detalles	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Se succionarán los lodos para reducir la contaminación.</li> <li>. El lodo seco será transportado al botadero municipal</li> <li>. Se podrá recuperar la flora, la fauna de la bahía.</li> <li>. Se tendrá un medio ambiente saludable</li> </ul>
Requisitos del producto del proyecto	Descripción del entregable	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Reducir la polución en las áreas más críticas en la bahía.</li> <li>. El agua de la bahía deberá estar dentro de los LMP y ECAS c-4</li> </ul>
Finalidad o justificación del proyecto	Estrategia municipal	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Generar mayor turismo, con atractivos paseos disfrutando del paisaje.</li> <li>. Recuperación de la flora y fauna lacustre</li> <li>. Ciudad saludable y ambientalmente sostenible.</li> </ul>
Oportunidades económicas	Estudio de viabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Mejorada el medio ambiente se generará mayor desarrollo en la rivera de la bahía.</li> </ul>
Asunciones de la organización, ambientales, externas	Hipótesis	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Una vez descontaminada la bahía, los pobladores y instituciones evitaban la contaminación.</li> <li>. Los proveedores de equipos cumplirán con las fechas de entrega</li> <li>. Hay ofrecimiento de financiamiento de MVCS</li> </ul>
Restricciones en el Gobierno local	Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Se considera los resultados obtenidos, UNAP,</li> <li>. Los costos de proyecto deben ser los del Exp. Técnico</li> </ul>



ambientales y extremas		. El tiempo de ejecución debe estar dentro del plazo.
Resumen de cronograma de Hitos	Hitos contractuales	* Firma del contrato * Inicio del Proyecto * Entrega del adelanto * Entrega del terreno * Replanteo inicial.
Presupuesto resumido	Partidas a ejecutar	* Adquisición equipos: S/. 7'825,000.00 S. * Eliminación de Lodos: S/.6'779,117.76 S. * Construcción del relleno: S/.639,559.70 * GG+ Exp. Tec+ Supervisión, liquidaciones/563,434.88 * Total: S/. 12'551,412.39 S.
Stakeholder	Identificación	* Permiso de obras, aceptación comunidad.
Organizaciones funcionales y su participación	De la organización	*La municipalidad entregara el proyecto, de acuerdo a las consideraciones del estudio.
Jefe del Proyecto	Responsable del Proyecto	Gino Nels Najjar Vizcarra

## 5.20 ACTIVIDADES

Las actividades que están consideradas son 5 que son las más importantes;

1. Bajo esta actividad se ha considerado la adquisición los equipos necesarios para realizar la succión de lodos, el primer equipo a adquirirse corresponde a una Draga Flotante, con un caudal de bombeo 120 m3/hora y una potencia de 150 Hp., también se tiene previsto la compra de 2 equipos de Deshidratación de Lodos cada uno con una capacidad de 60 m3/hora., un grupo electrógeno. En esta actividad se considera el flete de los equipos, así como la instalación y puesta en funcionamiento de cada equipo.

2. Se consideran en estas actividades las Obras Preliminares, cartel, almacén, guardianía, el traslado y retorno de las maquinas. El dragado de lodos, deshidratación de lodos, la utilización de un polímero catiónico en polvo p/deshidratación de lodos, este polímero separa las aguas de la materia existente, el transporte de lodos recorrerá una distancia de 9.50 km hacia la zona sur.

Donde se ubica el botadero municipal, esta actividad incluye el esparcido de los lodos secos sobre la zona de relleno.

4. En este grupo de trabajo se consideran las siguientes actividades como la construcción del relleno, movimiento de tierras, conformación del Mono relleno, así como el suministro e instalación de tubería cribada.

5. Esta actividad considera los Gastos Generales y otras actividades.

### Estructura de Desglose de Trabajo

Tabla N° 24

DESCONTAMINACION DE LA BAHIA INTERIOR DEL LAGO TITICACA MEDIANTE LA TECNICA DE SUCCION DE LODOS, EN EL PERIODO OCTUBRE 2019 A MARZO 2020

a. PLANEAMIENTO	1.00 EQUIPOS ADQUISICION	2.00 ELIMINACION DE LODOS 2.1 Obras Preliminares	3.0 CONSTRUCCION DE RELLENO 3.10 Obras Preliminares	b. ENTREGA PROYECTO
a1. Acta constitucion	1.10 Draga Flotante	2.11 Cartel obra	3.11 Limpieza	B1. Liquidacion de Obra
a2. Plan de Alcance	1.10 Descantador (2 u)	2.12 Almacen	3.12 Trazo, Replanteo	B2. Entrega al sector respectivo
a3. Cronograma Proyecto	1.12 G. Electrogeno	2.13 Guardiania	3.13 Trazo durante ejecucion	
a4. Presupuesto	1.13 Transp.Instalacion	2.14 Movilizacion,Desmovilizacion	3.14 Habilitacion de Accesos	
a5. Calidad,Seguridad		<b>2.2 Dragado, deshidratacion Transporte de Lodos</b>	<b>3.20 Movimiento de Tierras</b>	
a6. Expediente Tecnico		2.21 Dragado de lodos	3.21 Corte masivo de terreno	
		2.22 Polimeros Cationicos	3.22 Conf. Terraplen mat. Propio	
		2.23 Transp. Lodos botadero	<b>3.30 Conformacion monorelleno</b>	
			3.31 Nivelacion, refine, compactado	
			3.32 Colocacion base fondo e=0.20 m.	
			3.33 Conformacion Dique con Mat. Propio	
			3.34 Perf. Diques y corona e=0.15 m.	
			3.35 Inpermeab. Geomenbrana 0.15 mm	
			3.36 Coloc.mat. granular base geomenb.	
			3.37 Conformacion mat. Prestamo c/equipo	
			3.38 Eliminacion mat. Exedente equipo	
			<b>3.40 Suministro e instalacion de tuberia</b>	
			3.41 Suministro e inst. tuberia cribada	

Tabla N° 25

## MATRIZ DE TRAZABILIDAD

ID	Requisito	Alcance Tiempo Costo	Prioridad	Stakeholder	Responsable de cumplir	Objetivos Relacionados	Criterios de Aceptacion
1	Descontaminacion dentro LMP y ECAS C-4	Alcance	Alta	GDUR	Residente Proyecto	Ejecutar con calidad	Aguas dentro LMP, ECAS C-4
2	Presupuesto dentro del plazo	Tiempo	Alta	GDUR	Residente Proyecto	Ejecutar con cronograma	Verificar Alcance proy.
3	Presupuesto dentro del costo	Costo	Alta	GDUR	Gerente Proyecto	Ejecutar con Presupuesto	Verificar Alcance proy.
4	Cumplir con las especifica. Tecnicas, contrato.	Alcance	Alta	GDUR	Residente Proyecto	Cumplir con Especific, Tec.	Alcance proy.
5	Estar dentro de los parametros establecido	Alcance	Alta	GDUR	Gerente Proyecto	Cumplir con Normas	Alcance proy.

Fuente: Elaboración propia

## 5.30 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Para la ejecución del programa, se tuvo el criterio el volumen a ser succionado, así como el tiempo de operación diaria del equipo que es de 10 horas diarias, este trabajo debe realizarse de marzo a diciembre, para transportar el material deshidratado, además si hay lluvia se cubrirá con toldos para evitar que se mojen los lodos, las actividades consideradas son 5.

Tabla N° 26 Cronograma de Ejecución



### 5.31 RIESGO

El riesgo es inherente a cualquiera de las actividades que se desarrolla en proyectos de ingeniería, es necesario identificarlos y minimizarlos para que los proyectos sean terminados con los costos, plazos y calidad requerida.

- Retraso en la entrega del proyecto
- Planos incompatibles, falta de detalles.
- Tramites para la obtención de presupuesto de obra
- Incremento en los precios de materiales para el proyecto.
- Instituciones que no apoyan el proyecto.

#### **- Retraso en la entrega del proyecto (R1)**

El proyecto con su Expediente Técnico deberá ser entregado en el plazo pactado, este deberá ser alcanzado con las licencias y autorizaciones respectivas, de manera que no ocasionen retrasos.

#### **- Planos incompatibles, falta detalles (R3)**

La incompatibilidad de los planos ocasionan demoras, antes de recibir se debe realizar u check list, de todo lo que compone el proyecto.

#### **- Trámites para la obtención de presupuesto de obra (R5)**

Es un punto importante a tener en consideración, existe un ofrecimiento del MVCS de financiar esta obra, es necesario realizar las gestiones.

#### **- Incremento en los precios de los materiales para el proyecto (R7)**

Por el retraso en alcanzar el proyecto, puede surgir un incremento en los precios de materiales, por lo que sería necesario convocar todos los materiales de una sola vez y así tener los materiales en su costo.

- **Instituciones que no apoyan el Proyecto (R9)**

Las ONGs de medio ambiente reciben financiamiento para trabajos en contaminación de la bahía, si se descontamina se cortaría el financiamiento, ellos son los que pueden obstaculizar, así como las instituciones creadas con ese fin por parte del estado.

Tabla Nro 27 MATRIZ DE RIESGO EN LA SUCCION DE LODOS

MATRIZ DE RIESGO EN LA SUCCION DE LODOS EN LA BAHIA INTERIOR DEL LAGO TITICACA																												
PROCESO	ZONALIZAR	ACTIVIDADES	TAREAS	RUTINARIA (SI o NO)	PELIGRO		EFFECTOS POSIBLES	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACION DEL RIESGO							VALORIZACION DEL RIESGO	CRITERIOS PARA ESTABLECER CONTROLES		MEDIDAS INTERVENCIÓN							
					DESCRIPCION	CLASIFICACION		FUENTE	MEDIO	INDICIO	NIVEL DE DEFICIENCIA	NIVEL DE EXPOSICION	NIVEL PROBABLE	INTERPRETACION DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	NIVEL DE RIESGO INTERVENCIÓN	INTERVENCIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO		NÚMERO DE EMPEÑOS	PEOR CONSECUENCIA	EXTENSIDAD DE RESGATOS ESPECÍFICO	ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROLES DE INGENIERÍA	SEÑALIZACIÓN, ADVERTENCIA, CONTROLES ADMINISTRATIVOS	ELIMINACIÓN DE RIESGOS	PROTECCIÓN PERSONAL
DESCONTAMINACIÓN DE LA BAHIA MEDIANTE LA TÉCNICA DE SUCCION DE LODOS	ZONA DE LODOS LA EXTRAIR	OPERA LA BAHIA DE SUCCION DE LODOS, DESHIDRATACIÓN, REALIZA MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS EN OPTIMAS CONDICIONES, REALIZA MONITORIO DE CALIDADES DE AGUA Y SALIDA.	mantenimiento de regilla y filtro	si	el operador realiza limpieza del equipo de succión de lodos, que no quede obstruido.	riesgo ergonomico, movimientos repetitivos, proccional, biologico	virus, bacterias, hongos, estrés	Zona lodos	zona rivera	casco, guantes, lentes, mascarilla protección, botas de seguridad, mameluco.	10	6	40	MUY ALTO (III)	65	2400	I	no aceptable	2	dolores cabeza, infecciones cutaneas.	si				capacitaciones sobre el riesgo biologico.			uso de epp
				si	el operador limpia los filtros, semanalmente para un optimo funcionamiento o de los equipos de succión.	riesgo ergonomico, trabajo de pie, riesgo biologico.	virus, bacteria, hongos, estrés	Deshidratada	ninguno	casco, guantes, lentes, mascarilla protección, botas de seguridad, mameluco.	10	4	40	ALTO	65	2400	II	no aceptable o aceptable con control específico	2	De pie mucho tiempo la circulación sanguínea es lenta, el retorno de sangre al corazón es deficiente, las venas, músculos sufren inflamación produciendo dolor.	si			pausas activas			uso de epp	
				si	el operario tiene que estar pendiente las 10 horas del día en la zona de bombeo por si se presenta una eventualidad relacionada con la falla de los equipos de bombeo	riesgo ergonomico, postocional,	estrés, cansancio, insomnio	ninguno	ninguno	pausas activas, cambio de postura periódicamente	2	4	8	MEDIO (II)	25	200	II	no aceptable o aceptable con control específico	2	enfermedades al corazón, insulina alta, riesgo de cancer mala circulación en las piernas.	si			recomendación dormir las 8 horas que son necesario para tener un buen funcionamiento en nuestra vida diaria			uso de epp	
			aplicación de Polimeros catenicos	si	el operador aplica a la deshidratadora	riesgo químico	infecciones de via respiratoria	Deposito de sedimentación		uso respiradores con filtro, guantes, botas de seguridad, mameluco, casco.	10	4	40	ALTO	60	2400	I	no aceptable o aceptable con control específico	2	intoxicaciones, envenenamiento, muerte.	si			recomendación hacer un buen uso del polímero.			uso de epp	
				si	el operador realiza pruebas de laboratorio, para un control diario de análisis de lodos.	ergonomico, biologico	virus, bacterias, hongos, infecciones cutaneas, estrés.	zona de bombeo		uso de respiradores con filtro, botas, guantes, casco	2	4	8	MEDIO (II)	60	480	II	no aceptable o aceptable con control específico	2	infecciones respiratorias, cutaneas, cansancio físico y mental.	si			recomendación hacer capacitaciones de la buenas practica de higiene			uso de epp	
				si	el operario hace un monitoreo que el lodo salga en optimas condiciones para ser transportada al	ergonomico	estrés, cansancio,	zona de bombeo		Ninguno	2	1	2	BAJO (I)	30	20	IV	Aceptable	2	dolores musculares, lumbalgia.	si			capacitaciones de higiene y seguridad.			uso de epp	
			Limpiar	no	el operario realiza limpieza de la zona bombeo cada 7 dias	riesgo ergonomico, fisico.	caidas de lodos extraídos.			protector de ardo, botas punta de acero	10	4	40	MEDIO (II)	30	400	II	Aceptable	2	accidentes generados por descuido, zordera profesional.	si			capacitaciones de las buenas practicas de aseio			uso de epp	
				no	el operador realiza el aseio recolección de basura interna y externo de la zona de bombeo	locativo	malas posturas, dolores lumbares	ninguno	rastillo, escoba	guantes tapabocas, botas punta de acero	2	4	8	MEDIO (II)	30	80	III	Aceptable	2	caídas, tropesones.	si			capacitaciones de las buenas practicas de aseio			uso de epp	

Fuente: Slide Share.Net; Horacio Andrés Peay Lit

Tabla N° 28 Escala numérica de probabilidad

Esc. Numérica	Esc. Cualitativa
01	Muy poco probable

02	Poco probable
03	Mas probable que improbable
04	Probable
05	Muy probable

Fuente: Aliaga y Martínez 2017

Tabla N°29 Probabilidad de ocurrencia, impacto tiempo, costo, alcance

		Prob. Ocurrencia del Riesgo					Impacto factor Tiempo					Impacto factor Costo					Impacto factor Alcance				
COD.	DESCRIPCION	ESCALA DE PROBABILIDAD					ESCALA DE PROBABILIDAD					ESCALA DE PROBABILIDAD					ESCALA DE PROBABILIDAD				
		0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
R1	Retrazo en entrega Expediente Tecnico																				
R2	Planos incompatibles, falta de detalles																				
R3	Tramites para obtencion del presupuesto																				
R4	Incremento en los precios de materiales																				
R5	Instituciones que no apoyan el proyecto																				

Fuente: Aliaga y Martínez 2017

Tabla Nro.30 Riesgo función del costo, tiempo, alcance

		Riesgo en funcion del Costo				Riesgo en funcion del Tiempo				Riesgo en funcion del Alcance			
CODIC	DESCRIPCION	Probabilidad	Impac./cost	IXP	Categria	Probabilidad	mpac./cos	IXP	Categria	Probabilidad	mpac./cos	IXP	Categria
R1	Retrazo en entrega Expediente Tecnico	0.50	0.05	0.03	Bajo	0.50	0.1	0.03	Bajo	0.50	0.1	0.03	Bajo
R2	Planos incompatibles, falta de detalles	0.50	0.20	0.06	Medio	0.50	0.40	0.06	Alto	0.50	0.40	0.06	Alto
R3	Tramites para obtencion del presupuesto	0.70	0.05	0.06	Medio	0.70	0.70	0.06	Alto	0.70	0.70	0.06	Alto
R4	Incremento en los precios de materiales	0.70	0.20	0.06	Medio	0.70	0.40	0.06	Medio	0.70	0.40	0.06	Medio
R5	Instituciones que no apoyan el proyecto	0.70	0.20	0.06	Medio	0.70	0.40	0.06	Medio	0.70	0.40	0.06	Medio

Fuente: Aliaga y Martínez 2017

Tabla N° 31 Respuesta sugerida a los riesgos

<b>Categoría</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo de Riesgo</b>	<b>Técnica de Respuesta</b>	<b>Tipo de Restricción</b>
<b>Alto</b>	R1	Incompatibilidad de Planos	Negativo	Transferir	Los proyectos mal elaborados deben ser asumidos por el consultor y/o proyectista
	R3	Tramites para la obtencion de presupuesto	Negativo	Transferir	Solicitar al MVCS, el financiamiento para la obra de acuerdo al ofrecimiento hecho

<b>Categoría</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo de Riesgo</b>	<b>Técnica de Respuesta</b>	<b>Tipo de Restricción</b>
<b>Medio</b>	R2	Incremento en el costo materiales	Negativo	Mitigar	Covocar a licitacion para mantener Los costos del exp. Tecnico. consultor y/o proyectista
	R5	Instituciones que no apoyan el proy. presupuesto	Negativo	Mitigar	Difusion de los beneficios de la descontaminacion en bahia generar concenso en ONGS

<b>Categoría</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo de Riesgo</b>	<b>Técnica de Respuesta</b>	<b>Tipo de Restricción</b>
<b>Bajo</b>	R6	Retrazo en la entrega del expediente tecnico	Negativo	Mitigar	El efecto economico debe ser asumido por el proyectista y/o consultor

Fuente : Aliaga y Martínez 2017

#### 5.40 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Costo: En La tabla 34, están los precios de los equipos a ser comprados, las actividades consideradas, el costo que aparece obedece a un presupuesto que previamente se elaboró con un detalle minucioso de las partidas, consideradas en este tipo de obras, así como el cuidado del medio ambiente.

Costos de ejecución del proyecto, adquisición de equipos, el recurso humano, insumos y aparatos.



Tabla N° 32, adquisición de equipos, recursos humanos, insumos.

<b>ADQUISICION DE EQUIPOS</b>		
DRAGA FLOTANTE	Und	1
DECANTADOR CENTRIFUGO	Und.	2
GRUPO ELECTROGENO	Und.	1
<b>MANO DE OBRA</b>		
OPERARIO	hh	2,175.26
OFICIAL	hh	13,062.96
PEON	hh	84,591.66
OPERARIO ESPECIALIZADO	hh	12,753.56
OPERARIO TOPOGRAFO	hh	99.00
<b>MATERIALES</b>		
PETROLEO D-2	gal	19,633.84
CLAVOS P' MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	21.00
TUBERIA PVC-SAL 6" X 5 m.	m	36.00
SOMBRERO PVC DE VENTILACION	und	8.00
HORMIGON	m3	10.50
AGUA PUESTA EN OBRA	m3	3,368.39
CLAVOS 2",3",4"	kg	1.00
CALAMINA	Und	27.30
CEMENTO P I (42.5 kg)	bol	8.40
YESO ( 10 KG)	bol	550.00
MADERA TORNILLO PARA SOLERA DE MADERA 2" X 4" X 14"	und	3.50
MADERA CORRIENTE	p2	210.00
ESTACAS DE MADERA	und	220.00
ROLLIZOS DE EUCALIPTO d:4"*6.00 M.	und	3.00
GIGANTOGRAFIA	Und.	1.00
POLIMERO CATIONICO PARA DESHIDRATACION DE LODOS	kg	66,533.60
MATERIAL DE PRESTAMO CLASIFICADO	m3	3,543.96
SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMENBRANA IMPERMEABILIZACION CON GEOMEMBRANA DE POLIETIILE	m2	5,750.25
MATERIAL GRANULAR DE PRESTAMO	m3	3,491.99
MATERIAL DE PRESTAMO CLASIFICADO	m3	2,751.32
<b>EQUIPOS</b>		
TRANSPORTE E INST. DE EQUIPOS Y FUNCIONAMIENTO	Und.	1.00
ESTACION TOTAL	dla	176

CARGADOR FRONTALCON LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	191.87
TRACTOR CON ORUGAS DE 190-240 HP	hm	242.12
RODILLO LISO VIBRADOR AUTOPROPULSADO DE 70-100HP	hm	215.61
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	215.08
CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	12,360.41
CAMION CISTERNA (1,500 GLNS.)	hm	158.58
CAMION CISTERNA (1,500 GLNS.)	hm	56.40
CORDEL	rll	165.00

Tabla N° 33 EDT de obra, con fechas de inicio, finalización y costo de cada partida.

PARTIDAS , INICIO, FINAL Y COSTOS

1.00 EQUIPOS ADQUISICION	2.00 ELIMINACION DE LODOS	3.0 CONSTRUCCION DE RELLENO
<b>1.10 Draga Flotante</b>	<b>2.1 Obras Preliminares</b>	<b>3.10 Obras Preliminares</b>
01/dia S/.1'900,000 - GA 30/dia	2.11 Cartel obra	3.11 Limpieza
<b>1.1 Descantador (2 u)</b>	01/dia S/.1,200 - Mo 02/dia	03/dia S/. 2,200 -P 04/dia
01/dia S/.5'500,000 - GA 30/dia	2.12 Almacen	3.12 Trazo, Replanteo
<b>1.12 G. Electrogeno</b>	01/dia S/.2,100 - Mo 02/dia	03/dia S/.8,800 -Of , P 05/dia
01/dia S/.425,000 - GA 30/dia	2.13 Guardiania	3.13 Trazo durante ejecucion
<b>1.13 Transp.Instalacion</b>	01/dia S/.840 -Mo 02/dia	07/dia S/.8,800 -Of,P 10/dia
15/dia S/.42,000 - Mo 30/dia	2.14 Movilizacion,Desmovilizacion	3.14 Habilitacion de Accesos
	01/dia S/.6,000 - Contratista 03/dia	01/dia S/.3,510 - Jefe equipo - Mo 03/dia
	<b>2.2 Dragado, deshidratacion Transporte de Lodos</b>	<b>3.20 Movimiento de Tierras</b>
	2.21 Dragado de lodos	3.21 Corte masivo de terreno
	64/dia S/.62,908.50 -Ing., Tecnicos, 304/dia	02/dia S/.62,908.50 -Ing., Mo 26/dia
	2.22 Polimero Cationico en polvo	3.22 Conf. Terraplen mat. Propio
	64/dia S/.1'684,630.75 -Tecnicos, M 304/dia	07/dia S/.66,562.50 - Ing., Mo 31/dia
	2.23 Transp. Lodos botadero	
	64/dia S/.1'600,011.50 - Tecnicos, M 304/dia	<b>3.30 Conformacion monorelleno</b>
		3.31 Nivelacion, refine, compactado
		31/dia S/. 26,040 - Ing., Mo 39/dia
		3.32 Colocacion base fondo e=0.20 m.
		37/dia S/.81,274.82 - Ing., Mo 39/dia
		3.33 Conformacion Dique con Mat. Propio
		39/dia S/.61,479.27 - Ing., Mo 53/dia
		3.34 Perf. Diques y corona e=0.15 m.
		29/dia S/.6,922.18 - Ing., Mo 54/dia
		3.35 Inpermeab. Geomenbrana 0.15 mm
		54/dia S/.143,468.74 - Ing., Mo 64/dia
		3.36 Conformacion mat. Prestamo c/equipo
		60/dia S/.78,486.52 - Ing., Mo 64/dia
		3.37 Coloc.mat. granular base geomenb.
		60/dia S/.77,718.10 - Ing., Mo 64/dia
		3.38 Eliminacion mat. Exedente equipo
		31/dia S/.10770.79 - Ing., Mo 36/dia
		<b>3.40 Suministro e instalacion de tuberia</b>
		3.41 Suministro e inst. tuberia cribada
		29/dia S/.1,760.24 - Ing., Mo 31/dia

### **Presupuesto**

En el presupuesto que se muestra, considera en su estructura cada una de las partidas necesarias para realizar la succión de lodos, deshidratación, transporte y su disposición final en el botadero, el total presupuestado alcanza la suma de S/ 12'798,603.43 S., distribuido su gasto a lo largo de los 8 meses, como se puede observar en el cronograma.

Tabla N° 34 Presupuesto de ejecución de obra

DESCONTAMINACION DE LA BAHIA INTERIOR DEL LAGO TITICACA MEDIANTE LA TECNICA DE					
SUCCION DE LODOS, EN EL PERIODO COMPRENDIDO OCTUBRE 2019 A MARZO 2020					
DISTRITO : Puno ; PROVINCIA : Puno; CIUDAD : de Puno					
Item	Descripcion	Und.	Metrado	Precio Unitario	Precio Total
<b>01.00</b>	<b>EQUIPOS: (Adquisicion; Draga, Decantador, Gupo Electrogeno)</b>				
01.10	Draga flotante	Und	1.00	1,900,000.00	1,900,000.00
01.11	Decantador centrifugo	Und	2.00	2,750,000.00	5,500,000.00
01.12	Grupo Electrogeno	Und	1.00	425,000.00	425,000.00
01.13	Transporte e instalacion de draga				
	centrifugas y pruebas de funcionamiento	Und	1.00	42,000.00	42,000.00
<b>02.00</b>	<b>ELIMINACION DE LODOS INTERIOR DE LA BAHIA</b>				
02.10	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
02.11	Cartel de obra	Und	1.00	1,200.00	1,200.00
02.12	Almacen	M2	30.00	70.00	2,100.00
02.13	Guardiania	M2	12.00	70.00	840.00
02.14	Movilizacion y Desmovilizacion	Gbl	1.00	6,000.00	6,000.00
<b>02.20</b>	<b>DRAGADO, DESHIDRATACION Y TRANSPORTE DE LODOS</b>				
02.21	Dragados de lodos	M3	293,042.00	2.20	644,693.28
02.22	Polimero cationico en polvo p/deshidratado de lodos	Kg	66,533.60	25.32	1,684,630.75
02.23	Transporte de lodos a Botadero		205,129.68	7.80	1,600,011.50
<b>03.10</b>	<b>CONSTRUCCION DE RELLENO</b>				
03.21	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
03.21.10	Limpieza	M2	5,500.00	0.40	2,200.00
03.21.20	Trazo Replanteo	M2	5,500.00	1.60	8,800.00
03.21.30	Trazo replanteo durante ejecucion de obra	M2	5,500.00	1.60	8,800.00
03.21.40	Habilitacion de accesos	M2	1,350.00	2.60	3,510.00
<b>03.20</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>				
03.31	Corte masivo de terreno	M3	12,335.00	5.10	62,908.50
03.32	Conformacion de terraplen con Mat. Propio	M3	5,325.00	12.50	66,562.50
<b>03.30</b>	<b>CONFORMACION MONORRELLENO</b>				
03.41	Nivelacion , Refine y Compactado	M2	5,250.00	4.96	26,040.00
03.42	Colocacion de base en fondo e = 0.20 m.	M2	3,375.20	24.08	81,274.82
03.43	Conformacion de dique con Mat. Propio	M3	5,640.30	10.90	61,479.27
03.44	Perfilado de diques y corona e = 0.10 m. Ext. Int.	M2	3,721.60	1.86	6,922.18
03.45	Impermeabilizacion con geomembrana e=0.15 mm	M2	5,750.25	24.95	143,468.74
03.46	Coloc.mat. Granular como cama geomemb. E=010 m.	M2	3,325.70	23.60	78,486.52
03.47	Conf. Con mat. Prestamo con equipo	M3	2,620.30	29.66	77,718.10
03.48	Eliminacion de mat. Exedente con equipo	M3	1,754.20	6.14	10,770.79
<b>03.40</b>	<b>SUNISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS EN DIQUE</b>				
03.51	Sunimistro e instalacion de tuberia cribada P/Ventilacion	Und	8.00	220.030	1,760.24

a	Costo Directo				12,447,177.18
b	Gastos Generales	0.008			99,577.42
c	Expediente Tecnico	0.01			124,471.77
d	Supervision	0.01			124,471.77
e	Liquidacion	0.007			87,130.24
f	Total:				12,882,828.38

Tabla resumen de los principales componentes del presupuesto considerado en el cronograma de ejecución de la obra.

### **Otras alternativas del proyecto en la bahía**

#### **a) Recubrimiento de sedimento del fondo**

Las áreas para el recubrimiento de sedimentos Son la parte occidental ( zona a,b,c del estudio) en donde la profundidad del agua es menor que 3.50 m. y donde el equipo pueda operar. La posible materia a usar para el recubrimiento es arena limosa, el cual esta distribuida a lo largo de todo el canal de navegación en la bahía.

- Área de recubrimiento de sedimento: 2'400,000 m2.
- Grosor del recubrimiento: 0.30 m.
- Volumen de recubrimiento: 720,000m2.

Costo del Proyecto

Costo Total del Proyecto: S/.23'310,700.00

Este proyecto es sumamente complejo, es necesario sacar del lecho del lago material que es una arena limosa, que tendría que ser transporta en un carguero que no existe y que es necesario comprar, ademas una draga para extraer la materia y/o bombas. El proyecto no garantiza que la inversión a realizar solucione el problema (JICA –INADE 2000)

b) **Replantación de Caña (Totora)**

Los procesos principales de rehabilitación de la totora son la multiplicación de los plantones y la plantación de plantones multiplicados. La siembra de totora debe realizarse a lo largo de la bahía en la ciudad Puno.

- Dimensiones de la faja total: Longitud; 200 m., ancho: 40 m.
- Cantidad 18 unidades.
- Total, del área de plantación: 14.40 ha.

**Costo del Proyecto**

Costo del proyecto: S/. 150,300 soles /año (no incluye IGV)

Este proyecto no es efectivo en lugares como la bahía, pero en ambientes reducidos como pequeños estanques, ha demostrado que puede descontaminar de acuerdo a investigaciones realizadas por la UNAP.

c) **La Succión de Lodos para descontaminar la bahía de la ciudad de Puno.**

La descontaminación mediante la Técnica de Succión de lodos permitirá, que los elementos contaminantes sean eliminados tales como el fosforo, el nitrógeno, el OD, DBO5 y la DQO se reducirán a parámetros, el cuadro N°17 se observa la muestra obtenida, esta el alto grado de contaminación, son mayores a los admitidos en LMP y ECAS C-4, con lo que se iniciara la recuperación de la bahía en la población de Puno.

La calidad del agua de a bahía se ha ido deteriorando a partir o antes de la década del 70s particularmente la rivera oeste es afectada por las aguas residuales, principalmente de usos doméstico, comercial y provienen de la zona urbana.

Los problemas existentes del medio ambiente acuático de la bahía de Puno identificadas median el estudio de campo y conversaciones con los pobladores se describen a continuación:

- a) Cuerpo de agua encerrado y poco profundo propenso a la contaminación.
- b) Problemas en el uso de agua causados por a Eutrofización significativa.
- c) Depreciación de los recursos turísticos.
- d) Destrucción del ecosistema.
- e) Olor ofensivo
- f) Problemas de salud publica

Tenemos necesidad de contribuir al mejoramiento del agua de la bahía de Puno contaminadas por urbanizaciones de la ciudad y consecuentemente contribuir con la conservación de único medio ambiente natural y desarrollo de las condiciones económicas y de vivienda regional (JICA-INADE 2000)

### **Beneficio**

Para el beneficio se ha considerado el volumen de personas de fuera que llegan a la ciudad, el turismo en Puno en el año 2018, se contabilizo 511,444 arribos; es decir, 3.8 % un incremento mayor al año anterior, considerándose más personas de otros países (3.7 %) y nacionales (4 %), (Andina de Noticias 2018). Del total del Turismo para el cálculo del beneficio hemos considerado la cantidad de 60,000 personas, anuales que visitan Puno, y que en paseos alrededor de la Bahía del lago, hasta Uros Chulluni, durante una hora y media, tiene un costo por persona cuesta de S/.30.00 soles.

El segundo aspecto es la salud de los habitantes cercanos a la bahía, con un lago descontaminado disminuiría las enfermedades gastrointestinales, dermatosis, enfermedades

respiratorias, inflamaciones oftalmológicas, procesos neuronales, se realizaron entrevistas a pobladores de barrio Reflejos de San Valentín, ello manifiesta que el gasto que realizan por las enfermedades mencionadas es un promedio de S/.100.00 soles.

El deterioro de la bahía también ha afectado las propiedades inmobiliarias que se encuentran a unos 350 m. de la orilla del lago, disminuyendo su valor económico, si solucionamos la contaminación, en poco tiempo estos inmuebles recuperarían su valor real.

Tabla N° 35

Salud: Enfermedades entorno de la bahía

DESCPCION	%
Gastrointestinales	25.00
Parasitarias	8.20
Dermatológicas	13.67
Respiratorias	33.79
Oftalmológicas	14.74
Neurológicas	4.60
Total	100.00

La tabla Nro. 35, muestra las enfermedades que sufren los pobladores que viven alrededor de la Bahía, sufren en un mayor porcentaje enfermedades gastrointestinales en un 25%, tiene una incidencia elevada las enfermedades respiratorias con un 33.79%, continúan las enfermedades oftalmológicas con 14.74% así como las dermatológicas con un 13.67 % y el resto de afecciones tiene porcentajes menores, como las parasitarias 8.20% y las neurológicas con un 4.60%.

Para el beneficio hemos considerado que disminuiría en S/.100.00. el gasto que cada poblador realiza, lo que nos muestra es que al no existir contaminación también se disminuye las enfermedades, que es otro beneficio para el poblador.



Las viviendas próximas a la bahía, han tenido una disminución de su valor en su propiedad debido a que muy poca persona quiere tener terrenos y/o propiedades en la rivera del lago, debido al mal olor que se produce al medio día. Este es otro aspecto importante al descontaminar la bahía, se incrementará el costo de los terrenos y viviendas, para el cálculo hemos considerado la suma de S/. 30,000.00.



Barrio Reflejos de San Valentín

**Lote E20 : Área del terreno 111.85 m2.**

Valor de venta: \$16,777.50 D.A.

Valor Comercial de Tasación; \$ 27,962.50 D.A.

**Lote E37: Área del terreno 139.74 m2**

Valor de venta: \$20,961 D.A.

Valor Comercial de Tasación; \$ 30,742 D.A.

**Lote A 53 : Área del terreno: 116.54 m2**

Valor de venta: \$ 17,481 D.A.

Valor Comercial de Tasación; \$ 26,804.20 D.A.

También podemos promover la mejora de alrededor de 250 ha. En las inmediaciones de la orilla del Lago, Con proyectos ecoturísticos, áreas deportivas, espacios dedicados a la cultura, zonas de áreas verdes, y sería un atractivo para el visitante. En el cuadro se puede observar que se tiene los montos y un total que suma los S/. 40'800,000 millones

Tabla N° 36

Beneficios con una bahía descontaminada

Descripción	Unidad	Personas	Costo Unit.	Costo Total
1) Turismo	Personas	60,000	30	1,800,000
2) Salud	Personas	40,000	100	4,000,000
3) Devaluación Propiedad	Lotes	1,000	30,000	30,000,000
4) Mejora Ambiental Bahía	Ha.	250	20,000	5,000,000
S/.				40,800,000

Fuente; Elaboración propia.

Si consideramos la inversión y los beneficios que se generaría, podemos observar que son bastante elevados los beneficios que se obtendrían en solo un año de inversión

## CONCLUSIONES

1) La succión de lodos en la bahía va a producir efectos positivos debido a que los elementos contaminantes como el fosforo, el nitrógeno se reducirán a los niveles considerados en los Estándares de Calidad Ambiental C-4, que corresponde a lagos y lagunas, de manera que puedan ser usados con fines de recreación. Los otros elementos como el OD, DQO, DBO5 también disminuirán hasta los parámetros anteriores.

El objetivo general es evaluar la efectividad de la succión de lodos en la bahía de Puno. Los resultados presentados en la tabla N° 17 muestran la efectividad de la técnica de succión de lodos provenientes de las aguas residuales las que han estado contaminando.

2) El efecto que produce la succión de lodos al disminuir los parámetros de fosforo y nitrógeno, a límites que son tolerables en este tipo de ambientes acuáticos, permitirá disminuir la descontaminar la bahía.

3) La calidad del agua tendrá un efecto importante al disminuir los parámetros y que estén dentro de lo admisible el OD, DQO, DBO5, al ser succionados los lodos.

El efecto de la succión de lodos en el OD y la DBO5, muestran los valores diferentes a los permitidos, la técnica de succión de lodos de acuerdo a los objetivos planteados, permitirá eliminar la contaminación.

4) La investigación denominada “Incidencia de los nutrientes en la Eutrofización de la Bahía Interior Lago Titicaca y la presente investigación tiene algunos aspectos que coinciden.

Coincidencias entre la investigación actual y la investigación “Incidencia de los Nutrientes en la Eutrofización de la Bahía Interior Lago Titicaca”

<b>DESCONTAMINACION DE LA BAHIA INTERIOR DEL LAGO TITICACA MEDIANTE LA TECNICA DE SUCCION DE LODOS, EN LA CIUDAD DE PUNO, DURANTE EL PERIODO OCTUBRE 2019 A MARZO 2020</b>	<u>Incidencia de los Nutrientes en la Eutrofización de la Bahía Interior Lago Titicaca”</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- En la investigación se ha estudiado el fosforo y el nitrógeno, como causantes de la contaminación.</li> <li>- Se estudió los parámetros químicos con OD, DQO, DBO5, al disminuir muestra que las aguas están contaminadas.</li> <li>- Los vertimientos directos de aguas de desagüe a la bahía, han producido la contaminación de la fuente.</li> <li>- El estudio desarrolla la técnica de la succión de los lodos acumulados por las aguas de desagüe en la bahía.</li> <li>- Las muestras tomadas son en sectores contaminados. Jr. Candelaria, Jr. Carabaya, Jr. Bancharo Rossi, Laguna Espinar.</li> <li>- Se desarrollo la técnica de succión de lodos como propuesta, considera, la deshidratación y transporte a botadero, incluye costo de la propuesta.</li> <li>- Recuperación de la bahía interior, posterior a la succión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizo el estudio de elementos como el fosforo y el nitrógeno que originan de la eutrofización.</li> <li>- Estudio el OD, DBO5, representan los valores obtenidos de polución considerando elementos orgánicos e inorgánicos.</li> <li>- Considera que las aguas residuales son las que han ocasionado la contaminación de la bahía.</li> <li>- El estudio considera eliminar los lodos acumulados de las aguas de desagüe en Puno</li> <li>- Las muestras también son de sectores contaminados, Puerto, faro, terminal, cerca de Laguna Espinar.</li> <li>- Menciona eliminar los lodos del lecho del lago por aspiración.</li> <li>- Monitoreo periódico de las aguas de la bahía</li> </ul>

## **RECOMENDACIONES**

1) Implementar el proyecto de succión de lodos con un costo que alcanza la suma de S/. 12'882,828.38 S. y que los elementos contaminantes bajen a límites que estén por debajo de los admitidos.

2) Se recomienda utilizando la misma metodología de la técnica de succión de lodos, se pueda realizar estudios en poblaciones de la rivera del lago y descontaminar las zonas que actualmente están contaminadas.

3) Con la succión de lodos se preserva el ambiente acuático y restablece la flora y fauna en la bahía interior del Lago Titicaca.

## BIBLIOGRAFIA

APHA. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Estados Unidos: AWWA.

Arohuanca, C. (2016). “*EVALUACIÓN DE LA CARGA DE NITRÓGENO Y FÓSFORO EN LOS PRINCIPALES FUENTES PUNTUALES QUE VIERTEN AL LAGO TITICACA COMO FUENTE DE EUTROFIZACIÓN PUNO 2015*”. Arequipa: Tesis Universidad Nacional San Agustín Arequipa.

Beltrán, D., Palomino, R., Moreno, E., Peralta, C., & Montesinos, D. (2015). Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011. *Revista peruana de biología* 22(3):, 335 - 340 doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i3.11440>.

Bruning, M. (2018). *ESTUDIO DE APOORTE DE CARGA DE NUTRIENTES POR FUENTES CONTAMINANTES Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS DE DESCONTAMINACIÓN MEDIANTE UN MODELO DE CALIDAD DE AGUAS EN EL LAGO VILLARRICA*. Chile: Tesis de la Universidad de Chile.

Callata, F. (2015). *MONITOREO Y EVALUACION DEL CUERPO DE AGUA DE LA BAHIA INTERIOR DE PUNO-LAGO TITICACA* (Tesis de pregrado). *Universidad Nacional del Altiplano*, Perú.

Cardoso, L. (2008). Lagos más contaminados. *El Nuevo Diario.com.ni*, <http://archivo.elnuevodiario.com.ni/busqueda/?q=lagos+mas+contaminados+>.

- Chavez, O., Leiva , T., & Corroto , F. (2002). *Aspectos Fisicoquímicos, Bioquímicos y microbiológicos de la contaminación de aguas, índices e indicadores ambientales*. Lima. Lima.
- Díaz, M. (2016). *Proceso de secado de lodos y fangos contaminantes utilizando efecto invernadero*. Guayaquil Ecuador: Tesis Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- DIGESA. (2007). *Dirección general de salud ambiental*. Obtenido de MINSA:  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes\\_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf)
- EMSAPUNO. (2008). *Expediente técnico limpieza de Laguna*. Puno.
- Fernandez, J., Miguel, E., Miguel, J., & Fernandez, D. (2005). *MANUAL DE FITODEPURACION. FILTROS DE MACROFITAS EN FLOTACION* . Madrid, España: EDITAN.
- Fontúrbel, F. (2005). INDICADORES FISICOQUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL PROCESO DE EUTROFIZACION DEL LAGO TITIKAKA (Tesis de maestria). *Universidad Loyola, La Paz*, Bolivia ISSN 1726-2216.
- Fundacion, A. (2018). Que es la Eutrofizacion y como contamina el agua. *Aquae Fundacion*,  
<https://www.fundacionaquae.org/eutrofizacion>.
- Gonzales , M., & Saldarriaga , J. (2008). REMOCIÓN BIOLÓGICA DE MATERIA ORGÁNICA, NITRÓGENO Y FÓSFORO EN UN SISTEMA TIPO ANAEROBIO-ANÓXICO-AEROBIO. *Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 10*, 45-53.

- Gonzales, I. (2015). *Generación, caracterización y tratamiento de lodos de EDAR*. Córdoba: Tesis de Grado de Doctorado Universidad de Córdoba.
- Goyenola, G. (3 de Junio de 2007). *Guía para la utilización de las Valijas Viajeras*. Obtenido de Scribd: <http://es.scribd.com/doc/105302193/Conduct-IV-i-Dad>. Revisada en setiembre del 2014
- Iagua. (05 de 07 de 2017). *Iagua*. Obtenido de [www.iagua.es](http://www.iagua.es):  
<https://www.iagua.es/noticias/grupo-inclam/17/07/05/10-rios-mas-contaminados-mundo>
- IAGUA. (2020). Obtenido de IAGUA: [www.iagua.es](http://www.iagua.es)
- JICA-INADE. (2000). *Control Integral de la Contaminacion del Agua de la Bahia Interior de Puno, en el Lago Titicaca en la Republica del Peru*. Puno.
- Jimenez, L. (2016). *Tratamiento de aguas eutrofizadas de la bahía interior de Puno, Perú, con el uso de dos Macrófitas de la bahía interior de Puno*. Puno: Tesis de grado UNA PUNO.
- Lema, S. (2018). *Evaluación preliminar de la planta de tratamiento de aguas residuales N° 14 de la Parroquia de San Pablo del Lago canton Otávalo. Provincia de Ibabura*. Quito: Tesis de grado Pontificia Universidad católica del Ecuador.
- Machaca, E. (2004). *Dragado de Sedimentos de la Bahia Interior de Puno*. Puno: ALT.
- Mahamud, M., Gutierrez, A., & Sastre, H. (1996). BIOSÓLIDOS GENERADOS EN LA DEPURACION DE AGUAS: (II) METODOS DE TRATAMIENTO. *Ingeniería del Agua*. Vol. 3 Num. 3, 45-54.



- Matsumoto , T., & Sanchez, I. (2013). MONITOREO DEL DESEMPEÑO Y ESTUDIO BATIMÉTRICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE NEVES PAULISTA (SÃO PAULO, BRASIL. *Revista EIA*, ISSN 1794-1237 / Año X / Volumen 10 / Número 20, 139-151.
- MD Coahuila. (2006). *Manifestación de impacto ambiental modalidad particular del saneamiento integral de las aguas residuales del Municipio de Saltillo Cuahila*. México.
- Merck, D. (1991). *The Testing of Water*. Alemania: Aquamerck Laboratory.
- Metcalf & Eddy, INC. (1998). *Ingenieria de Aguas Resduales Tratamiento, Vertido y Reutilización (Tercera Edicion)*. Madrid, España: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A. ISBN: 84-481-1727-1.
- Meza, S. (2016). Incidencia de los Nutrientes en la Eutroficacion de la Bahia Interior Lago Titicaca, Puno (Tesis de maestria). *Universidad Nacional Agraria La Molina*, Peru.
- MINAM. (2010). DS N° 003-2010 MINAM. Lima.
- MINAM. (2017). *Estandares de calida ambiental para Agua*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/estandares-calidad-ambiental>
- MVCS. (2017). *REPORTE DE MONITOREO DE CALIDAD DE EFLUENTES DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DÓMESTICAS O MUNICIPALES - 2017*. Obtenido de Ministerio de vivienda construcción y saneamiento: <http://www3.vivienda.gob.pe/DGAA/documentos/PTAR-2017/REPORTE-MONITOREO.pdf>

- MVCS. (2017-2). *Proyecto mejoramiento y ampliación de los servicios de agua potable y recolección de aguas residuales de la ciudad de Puno, Distrito de Puno, Provincia de Puno, región Puno*. Puno.
- Noriega, R. (1999). *Manual de Tratamiento de Aguas Residuales*. Lima, Peru: Imprenta del Ejercito.
- Northcote, T., Morales, P., Levy, D., & Greaven, M. (1991). *Contaminación del Lago Titicaca, capacitación, investigación y manejo* Westwater Research Centre. Canadá: Universidad British Columbia de Canadá.
- Ocola, J. (2006). *La contaminación en la bahía interior de Puno lago Titicaca*. Puno: PELT . Proyecto Especial del Lago Titicaca recursos Hidricos 2006.
- Ordoñez, A. (2013). *Geotecnia Ambiental de la Laguna Facultativa el Espinar - Ciudad de Puno 2011*. Puno: Universidad Privada de Tacna.
- PROINVERSION. (2018). *Agencia de Promoción de la Inversión Privada en el Perú*. Obtenido de Proinversión: <http://www.proinversion.gob.pe/info-titicaca/>
- PROINVERSION. (12 de agosto de 2019). Obtenido de PROINVERSION: [www.proinversion.gob.pe](http://www.proinversion.gob.pe)
- Quiroz, R. (2019). *Evaluación de los estados tróficos de la laguna principal del área de conservación regional Albufera de Medio Mundo, Huaura - Lima*. Huaura: Tesis de la Univesidad Católica Sedes Sapientiae.

Raffo, E., & Ruiz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno*, 71-80 ISSN: 1560-9146 (Impreso).

RPP noticias. (octubre de 31 de 2014). *Lago Titicaca: denuncian contaminación por aguas servidas*. Obtenido de Lago Titicaca: denuncian contaminación por aguas servidas: <https://rpp.pe/peru/actualidad/lago-titicaca-denuncian-contaminacion-por-aguas-servidas-noticia-738204?ref=rpp>

RPP, N. (2014). *Lago Titicaca; denuncian contaminacion por aguas servidas*. Puno.

Salas, F. (2014). BENEFICIO ECONÓMICO DEL PROYECTO DE RECUPERACIÓN, REGENERACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA BAHÍA INTERIOR DE PUNO (Tesis de pregrado). *Universidad Nacional del Altiplano, PUNO*.

Saldivar, A. (2007). *Las aguas de la ira: economía y cultura del agua en México*.  
*¿Sustentabilidad o gratuidad?* Tesis de Grado Facultad de Economía UNAM: México.

Schwoerbel, J. (1975). *MÉTODOS DE HIDROBIOLOGÍA*. España: BLUME .

SER.pe. (18 de 07 de 2018). El largo camino de las plantas de tratamiento para salvar al Lago Titicaca. *Noticias SER. pe*, págs. <http://www.noticiasser.pe/index.php/informe/puno/el-largo-camino-de-las-plantas-de-tratamiento-para-salvar-al-lago-titicaca>.

SUNASS. (2008). *Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y Propuestas de Solución*. Lima: RyF Publicaciones y Servicios S.A.C.

- Unda, F. (1969). *Ingeniería Sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública*. México: Hispano-Americana, 870p. (p.58-311,389-459).
- Valle, V. (2016). *Evaluación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos en el agua residual doméstica de la ciudad de Quito*. Tesis Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.
- Wetzel, R. (1987). *LIMNOLOGIA*. Barcelona, España: OMEGA, EDICIONES ISBN: 978-84-282-0601-3.

## ANEXOS



**EMPRESA MUNICIPAL DE SANEAMIENTO BÁSICO DE PUNO S.A.**

## LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

# CERTIFICADO DE ANALISIS

**Análisis Físico Químico del Agua: Lago Titicaca**

**Tesis** : Descontaminación de la Bahía Interior del Lago Titicaca

**Solicitado** : Ing. Gino Nels Najjar Vicarra

**Hora y Fecha** : 9.00 am 11.00 am., (21/10/2019)

Universidad Tecnológica del Perú

Zona de Muestreo	Temp. Celsius	Oxígeno Disuelto mg/l	DQO mg/L	DBO5 Mg/L	Fosforo Total mg/L	Nitrógeno Total mg/L
Frente UNAP	14.90	8.19	84.60	11.70	1.23	0.94
Jr. Virgen Candelaria	17.95	3.20	89.45	15.50	1.17	1.22
Jr Carabaya (prolongación)	15.05	2.95	108.42	15.80	1.15	1.44
Jr Bancharo Rossi (Prolongación)	13.22	3.20	185.30	13.80	1.22	1.29
Isla Espinar	15.75	2.05	178.12	15.90	1.73	1.12
ECA-C4 Lago	-	5	50	< 5	0.4	5

PARAMETRO	ENTRADA Kg/D	SALIDA Estimado Kg/D	SALIDA Ton/Año
DBO 5	4030	2821	1030
DQO	7844	5491	2004
Ni	459	230	84
PI	90	45	16

Puno, 28 octubre 2019



**Ing. Alberto Ordóñez Huancha**  
Ing. Civil  
Ingeniero de Operación

---

Dirección: Av. La Torre N° 571 - Tel: 051 1 352199 - Anexo: 30991 - Barrio: 16401, Puno - Perú  
 E-mail: [gerencioperasol@emsa-puno.com.pe](mailto:gerencioperasol@emsa-puno.com.pe)

